



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial  
urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de soritor,  
Provincia de Moyobamba – Región San Martín**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

**James Milton Gamboa Sinarahua**

**Elvin Chuquilin Terrones**

**ASESOR:**

**Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar**

**TOMO I**

**Tarapoto – Perú**

**2019**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial  
urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de soritor,  
Provincia de Moyobamba – Región San Martin**

#### AUTORES:


**James Milton Gamboa Sinarahua**

**Elvin Chuquilin Terrones**

**Sustentada y aprobada el día 03 de diciembre del 2019, ante el honorable jurado:**

  
Ing. Jorge Isaacs Rioja Díaz

**Presidente**

  
Ing. Ivan Gustavo Reátegui Acedo

**Vocal**

  
Ing. Carlos Enrique Chung Rojas

**Secretario**

  
Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar

**Asesor**

## Declaratoria de autenticidad


**James Milton Gamboa Sinarahua**, con DNI N° 71217826 y **Elvin Chuquilin Terrones**, con DNI N° 46357557, egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de soritor, Provincia de Moyobamba – Región San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:


1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 03 de diciembre del 2019.

  
.....  
**Bach. James Milton Gamboa Sinarahua**  
DNI N° 71217826



  
.....  
**Bach. Elvin Chuquilin Terrones**  
DNI N° 46357557






## Declaratoria jurada

**James Milton Gamboa Sinarahua**, con DNI N° 71217826, domicilio legal en el Jr. Víctor Andrés Belaunde N°384 - Tarapoto y **Elvin Chuquilin Terrones**, con DNI N° 46357557, domicilio legal en el Jr. Mi Peru N°105 – Yurimaguas, a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaramos bajo juramento**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

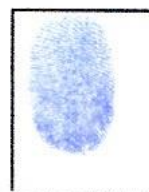
En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 03 de diciembre del 2019.

  
.....  
**Bach. James Milton Gamboa Sinarahua**  
DNI N° 71217826



  
.....  
**Bach. Elvin Chuquilin Terrones**  
DNI N° 46357557



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Gamboa Sinarahua James Milton		
Código de alumno :	093144	Teléfono:	042-566539
Correo electrónico :	jamgamboa4@gmail.com	DNI:	71219826

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	Diseno Hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la urbanización Popular la Unión, Distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba-Región San Martín
Año de publicación:	2019

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.**

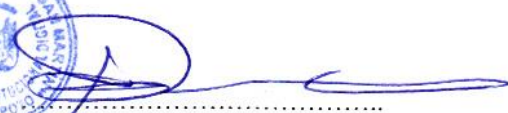
  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

09 / 12 / 2019



  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

\* **Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: <i>Alguacil Terreros Elvin</i>	
Código de alumno : <i>093138</i>	Teléfono: <i>979196247</i>
Correo electrónico : <i>elvin_cis@hotmail.com</i>	DNI: <i>46357557</i>

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: <i>Ingeniería Civil y Arquitectura</i>
Escuela Profesional de: <i>Ingeniería Civil</i>

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título: <i>Diseño Hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la urbanización popular la unión, Distrito de Soritor, provincia de Moyobamba - Región San Martín</i>
Año de publicación: <i>2019</i>

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una **licencia No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



.....  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

09 / 12 / 2019



.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

**\* Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

**A DIOS, mi Creador, Todo poderoso Señor,** a nuestros padres:, Jose Efrain Chuquilin Cubas y Celinda Terrones Ruiz que dede el cielo guia mis pasos, a mi esposa y ami hijo Axel que es el motivo de lograr muchas metas y a mis hermanos por su apoyo incondicional para la realizacion de mi carrera profesional como ingeneiro civil

***Bach. Elvin Chuquilin Terrones***

**A DIOS, mi Creador, Todo poderoso Señor**

A mis padres, Francisco Reynerio Gamboa Quiñones y Clotilde Sinarahua Tapullima y a mi hermano y familia por su apoyo incondicional y persistencia para la realización de mi carrera profesional como ingeniero civil.

***Bach. James Milton Gamboa Sinarahua***

## **Agradecimientos**

### **A DIOS**

Por ser el Creador y Señor de todo lo que existe en este universo, y haber puesto en nuestras manos para hacer de él un paraíso.

### **A Nuestros Padres**

**Francisco Reynerio Gamboa Quiñones y Clotilde Sinarahua, Jose Efraín Chuquilin Cubas y Celinda Terrones Ruiz**, por habernos formado como personas, por creer en nosotros y darnos la oportunidad de ser profesionales.

### **A Nuestro Asesor**

**Ing° Raul Sandoval Salazar** , por su asesoría y consejos para el desarrollo y culminación de nuestro proyecto de tesis, para optar el título profesional de ingeniero civil.

***Bach. James Milton***

***Bach. Elvin***



## Índice general

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice .....	viii
Índice de Tablas.....	xi
Índice de gráficos.....	xii
Resumen .....	xiii
Abstract.....	xiv
 Introducción.....	 1
 CAPÍTULO I .....	 2
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	2
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Exploración preliminar orientando la investigación .....	2
1.3 Aspectos Generales del Estudio .....	3
1.3.1 Ubicación.....	3
1.3.2 Accesos.....	4
1.3.3 Altitud.....	5
1.3.4 Topografía.....	5
1.3.5 Características Socio-economicas.....	5
1.3.6 Situación Actual de la Localidad del proyecto.....	6
1.3.7 Datos básicos del diseño .....	8
1.3.7.1 Topografía .....	8
1.3.7.2 Mecánica de Suelos .....	8
1.3.7.3 Antecedentes y recomendaciones sobre desastres naturales.....	9
1.3.7.4 Metas .....	9
 CAPÍTULO II.....	 10
MARCO TEORICO .....	10
2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver... 10	10
2.1.1 Antecedentes del problema.....	10
2.1.2 Planteamiento del problema.....	10

2.1.3 Delimitación del problema.....	11
2.1.4 Formulación del problema .....	11
2.2 Objetivos.....	12
2.2.1 Objetivo General .....	12
2.2.2 Objetivos Específicos.....	12
2.3 Justificación de la Investigación .....	13
2.4 Delimitación de la Investigación.....	15
2.5 Marco Teórico .....	15
2.5.1 Antecedentes de la investigación .....	15
2.5.2 Fundamentación Teórica de la Investigación.....	17
2.5.3 Marco Conceptual: Terminología Básica .....	56
2.5.4 Marco Histórico .....	57
2.6 Hipótesis a demostrar.....	57
 CAPÍTULO III.....	 58
MATERIAL Y MÉTODOS .....	58
3.1 Materiales .....	58
3.1.1 Recursos Humanos.....	58
3.1.2 Recursos Materiales .....	58
3.1.3 Recursos de equipos.....	58
3.1.4 Otros recursos .....	58
3.2 Metodología.....	59
3.2.1 Universo, Muestra, Población.....	59
3.2.1.1 Universo.....	59
3.2.1.2 Población.....	59
3.2.1.3 Muestra.....	59
3.2.2 Sistema de Variables .....	59
3.2.2.1 Variable independiente .....	59
3.2.2.2 Variable dependiente .....	59
3.2.3 Diseño Experimental de la Investigación.....	59
3.2.4 Diseño de Instrumentos.....	60
3.2.5 Procesamiento de Información.....	61
3.2.5.1 Elaboración de la Matriz IPER .....	61
3.2.6 Analisis e interpretacion de datos .....	61

3.2.7 Informacion del proyecto .....	62
3.2.7.1 Informacion del proyecto.....	62
3.2.7.2 Analisis Hidrologico.....	64
3.2.7.3 Consideraciones para el Diseño de la estructuras de drenaje .....	69
3.2.7.4 diseño hidraulico de las estructuras de drenaje.....	70
3.2.7.5 diseño estructural.....	71
 CAPÍTULO IV .....	 74
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	74
1.1. Resultados.....	74
1.2. Análisis y discusión .....	75
 CONCLUSIONES .....	 78
RECOMENDACIONES .....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
ANEXOS.....	82
Anexo N° 1: Ensayos en laboratorio suelos	
Anexo N° 2: Estudio hidrologico e hidraulico	
Anexo N° 3. Calculo Estructural	
Anexo N°4. Planos	



## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Tabla para la velocidad máxima permisible .....</i>	21
Tabla 2 <i>Coeficiente de escorrentía para ser utilizados en el método racional .....</i>	24
Tabla 3 <i>Coeficiente de escorrentía promedio para áreas urbanas para 5 y 10 años de periodo de retorno.....</i>	24
Tabla 4 <i>Coeficiente de escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo.....</i>	25
Tabla 5 <i>A continuación se presentan algunos valores del coeficiente de rugosidad (n) ..</i>	27
Tabla 6 <i>Coeficiente de rugosidad para deficiente tipos de canales .....</i>	28
Tabla 7 <i>Taludes recomendables según tipo de material .....</i>	45
Tabla 8 <i>Ancho de solera en relacion con el caudal .....</i>	45
Tabla 9 <i>Borde libre en relacion al caudal.....</i>	47
Tabla 10 <i>Relacion borde libre con ancho de solera.....</i>	48

## Índice de gráficos

	Pág.
Gráfico 1 Características geométricas tres de las principales formas usadas en canales ..	20
Gráfico 2 Ejemplo Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia para lluvia máxima .....	23
Gráfico 3 Sección Típica Cuneta.....	30
Gráfico 4 Poza sin Agua, Terreno Seco .....	31
Gráfico 5 Poza llena hasta la cota superior de las paredes laterales, terreno Seco.....	31
Gráfico 6 Diagrama de momentos para el Caso I y Caso II .....	34
Gráfico 7 Sección Típica Cuneta.....	41
Gráfico 8 Isométrico.....	41
Gráfico 9 Sección Transversal de Cunetas Figura.....	55
Gráfico 10 Sección transversal típica de una cuneta en una calle .....	55

## Resumen

El presente trabajo de tesis se desarrolló en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con fines de titulación como Ingeniero Civil, como una contribución a la sociedad, para resolver la problemática no considerada en la evacuación de las aguas pluviales (alcantarillado pluvial) en el sector la Union, Distrito de Soritor-Provincia de Moyobamba-Region San Martin. El aporte consiste en elaborar una Propuesta de un Sistema de alcantarillado Pluvial, cuyo propósito es evacuar las aguas de las precipitaciones pluviales y así mejorar la calidad de vida de los moradores del sector la Union, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad Nacional de San Martín una investigación que servirá como base para futuros proyectos. Se realizaron estudios básicos para la realización de dicho proyecto (estudio de mecánica de suelos, estudio topográfico, estudio hidrológico), además de memorias de cálculo, planilla de metrados, de acuerdo al nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Como resultado del estudio, se elaboraron los planos (topográfico, sentido de flujo, secciones transversales, obras de arte y drenaje). En conclusión, se han establecido los medios y condiciones que mejoren la calidad de vida de las personas del sector la Union (menos enfermedades debido a la evacuación de las aguas pluviales).

**Palabra clave:** Pluvial, Drenaje, Precipitación, Alcantarillado.



## Abstract

This thesis work was developed in the Professional School of Civil Engineering of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín - Tarapoto, for the purpose of qualification as a Civil Engineer, as a contribution to society, to solve the problem not considered in the evacuation of rainwater (storm sewer) in the sector Union, District of Soritor-Province of Moyobamba-Region San Martín. The contribution is to prepare a proposal for a storm sewer system, whose purpose is to evacuate storm water and improve the quality of life of the inhabitants of the Union sector, and at the same time make available to the National University from San Martín, an investigation that will serve as the basis for future projects. Basic studies were carried out for the realization of said project (soil mechanics study, topographic study, hydrological study), in addition to calculation memories, metrado spreadsheet, according to the new National Building Regulation (RNE). Because of the study, the plans were drawn up (topographic, direction of flow, cross sections, works of art and drainage). In conclusion, the means and conditions that improve the quality of life of people in the Union sector have been established (fewer diseases due to the evacuation of rainwater).

Keyword: Storm, Drainage, Precipitation, Sewer.



## **Introducción**

La red de alcantarillado pluvial ha cumplido históricamente con la función de evacuar el agua de las ciudades, ya sea la procedente de los episodios de lluvia. Desde las antiguas civilizaciones, ya sea Mesopotamia o Roma, y hasta nuestros días, se han construido éstas redes con el objetivo de garantizar la higiene y evitar inundaciones.

Los más modernos avances en la gestión de las redes de alcantarillado se basan en la superación del paradigma con el que se desarrollaron las redes de alcantarillado: la evacuación más rápida posible del agua urbana, hacia mecanismos que permitan recuperar o simular las condiciones del terreno sin urbanizar, ya sea mediante el aumento de la infiltración del terreno o mediante la retención de parte del volumen de agua drenado con el fin de disminuir el caudal punta.

Para poder contribuir a los retos planteados es necesario el establecimiento de nuevos modelos de gestión de los sistemas de saneamiento, incorporando para ello las herramientas más modernas y eficaces aplicadas a otras infraestructuras, considerar el drenaje urbano y las infraestructuras relacionadas una parte más del planeamiento territorial, y estableciendo mecanismos de cooperación entre las instituciones relacionadas con el mismo.

Nos corresponde seccionar el problema para abordar todo lo relacionado con lo que debe hacerse para desarrollar un adecuado sistema de alcantarillado pluvial urbano, en el que tenemos que abordar el cumplimiento del de las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, para la buena realización del proyecto y así satisfacer las necesidades de mejorar la calidad de vida de los moradores del sector la Unión.

# **CAPÍTULO I**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **1.1. Generalidades**

El alcantarillado pluvial tiene como su principal función el manejo, control y conducción adecuada de la escorrentía de las aguas de lluvia en forma separada de las aguas residuales. Y llevarla o dejarla en sitios donde no provoquen daños e inconvenientes a los habitantes de las ciudades.

Un sistema de alcantarillado pluvial esta constituido por una red de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias. Su objetivo es el manejo, control y conducción de las aguas pluviales que caen sobre las cubiertas de las edificaciones, sobre las calles y avenidas, veredas, jardines, etc. evitando con ello su acumulación o concentración y drenando la zona a la que sirven. De este modo se mitiga con cierto nivel de seguridad la generación de molestias por inundación y daños materiales y humanos.

El drenaje urbano de una ciudad está conformado por los sistemas de alcantarillado, los cuales se clasifican según el tipo de agua que conduzcan; así tenemos:

- a) Sistema de Alcantarillado Sanitario.- Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domesticas e industriales.
- b) Sistema de Alcantarillado Pluvial.- Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por las lluvias.
- c) Sistema de Alcantarillado Combinado.- Es el sistema de alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas de las lluvias.

Es importante que una correcta gestión de las infraestructuras y servicios relacionados con el servicio urbano pueda ayudar a mejorar su eficacia.

### **1.2. Exploración preliminar orientando la investigación**

El interés hacia los problemas asociados al drenaje urbano en nuestras ciudades ha crecido sin género de duda en los últimos años. Y sin embargo, para la gran mayoría de personas que residen

en cualquiera de nuestras poblaciones, constituyen todavía algo alejado de nuestras preocupaciones, algo que está ahí pero sobre lo que no existe una urgencia ni un debate diario. Las redes de alcantarillado son uno de los entramados más complejos a la vez que desconocidos, entre todas las infraestructuras del tejido urbano. Existen otros servicios públicos tales como el abastecimiento de agua potable, redes viales, alumbrado, etc. que al estar en contacto más directo con el ciudadano y constituir un patrimonio visible, resultan más conocidos a la vez que las inversiones que a ellos se dedican son más fácilmente justificables ante la opinión pública. El drenaje de la ciudad y los medios a través de los cuales se realiza la evacuación de sus aguas pluviales son por el contrario un patrimonio oculto, literalmente enterrado, en definitiva otra ciudad invisible debajo de la ciudad visible, que sólo nos muestra de vez en cuando sus “enfermedades” cuando un aguacero supera su capacidad de desagüe.

Uno de los grandes desafíos que tiene el sector saneamiento es satisfacer la creciente demanda para la evacuación de aguas pluviales y el tratamiento de las mismas; tomando en cuenta la acelerada ocupación territorial y urbanismo, así como la presencia de “El niño” cada vez más frecuente.

En nuestro distrito aún existen muchos sectores que no cuentan con un sistema de alcantarillado pluvial, el cual pueda elevar el nivel de vida de la población.

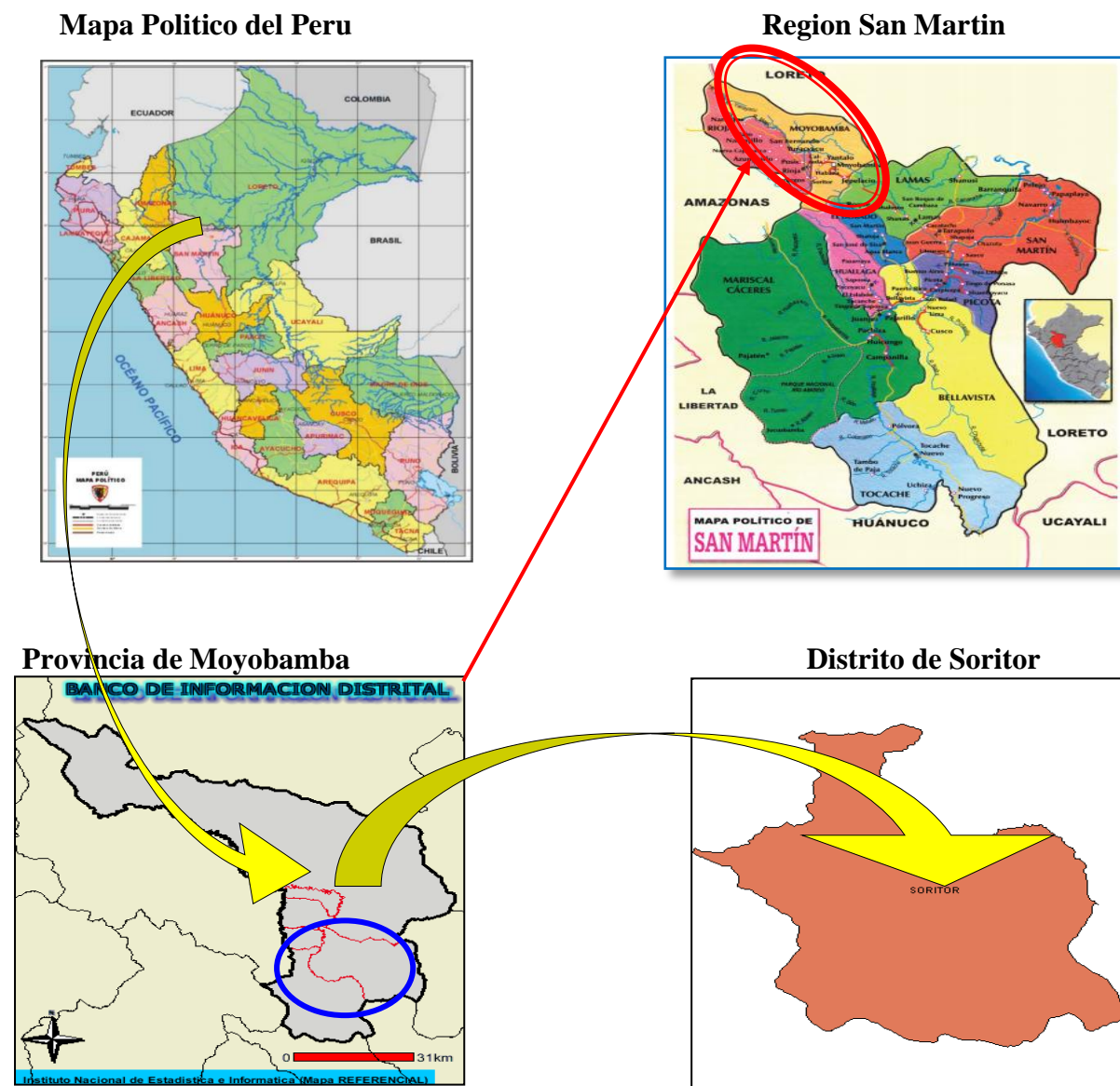
Viendo así la importancia del alcantarillado pluvial urbano para la población en general se ha elaborado la presente tesis denominada: **Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba – Región San Martín.**

### **1.3. Aspectos Generales del Estudio**

#### **1.3.1. Ubicación**

Los jirones y pasajes de nuestro proyecto se ubican en la urbanización popular “LA UNIÓN”, Distrito de Soritor, y es accesible por vía terrestre desde la ciudad de Lima por la Panamericana Norte cruzando las ciudades de Trujillo, Chiclayo hasta el cruce de Olmos, donde existe un desvío que inicia la carretera troncal de penetración hacia la selva, denominado Pdte. Fernando Belaunde Terry, que une la Costa con lugares importantes como Bagua, Pedro Ruiz, Rioja, Moyobamba, Tarapoto, Bellavista, Juanjui, Tocache, Huánuco, atravesando, Sierra y Selva. Esta carretera está asfaltada desde su inicio hasta el final.

El area donde se realiza el estudio se ubica en el sector la Union, Distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba, Departamento y Región Loreto.



*Figura 1:* Ubicación geográfica del proyecto donde se realiza el estudio.

### 1.3.2 Accesos

El acceso a la localidad de Soritor es a través de la carretera Fernando Belaúnde Terry (Ex Marginal) Km. 483 (ovalo de calzada), hacia el norte de Moyobamba, avanzando a la izquierda 12.00 Km, de carretera afirmada en regular estado de conservación, se llega a la ciudad de Soritor

**Tabla 1***Distancia y tiempo de acceso a Soritor*

<b>Desde:</b>	<b>A:</b>	<b>Tipo de Vía</b>	<b>Medio de transporte</b>	<b>Distancia Km</b>	<b>Tiempo</b>
Ovalo de Calzada	Soritor	Afirmada	Vehicular	12.0	15 min

Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.3 Altitud y Clima

El ámbito geográfico a ser cubierto por el sistema es el correspondiente a las áreas rurales de la región Selva Alta, entre los 940 y los 935 m.s.n.m.

La zona donde se plantea el proyecto tiene un clima sub - tropical húmedo característico de la Selva Alta o Rupa – Rupa. La temperatura media anual es de 22.7 °C y una precipitación pluvial cuya media anual se mantiene en 2,500 mm, teniendo épocas marcadas de mayor precipitación entre Enero a Abril

### 1.3.4 Topografía y Tipo de Suelo

La Topografía de la zona es poco accidentada, en algunos lugares las pendientes son poco pronunciadas, existiendo una zona plana donde se encuentran asentadas la mayor cantidad de viviendas, esta topografía permite a su vez que exista la suficiente diferencia de niveles que aseguran el discurrimiento superficial de las aguas pluviales a zonas de cota menor.

Es necesario indicar que la zona es apropiada para desarrollar cultivos como son maíz, arroz, plátano, cítricos, etc.; teniendo también buenas condiciones para la pesca en tiempos de verano y ganadería

### 1.3.5 Características Socio – Económicas

#### 1.3.5.1 Población

Los beneficiarios directos son aproximadamente 500 familias del sector la Union, haciendo una población de 3500 habitantes, pertenecientes al distrito de Soritor.



### 1.3.5.2 Características Socio-Economicas y Culturales

Actividades	% De Incidencia
- Agricultura	60
- Pesca	05
- Ganadería	30
- Labor estatal	05
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

### 1.3.5.3 Infraestructura de Servicios Básicos

La infraestructura básica con la que cuenta actualmente la zona del proyecto es la siguiente:

**Tabla 2**

*Infraestructura de Servicios Básicos*

<b>Servicios</b> <b>Localidad</b>	<b>Posta Médica</b>	<b>Jardín de niños</b>	<b>Escuela Primaria</b>	<b>Agua Potable</b>	<b>Energía Eléctrica</b>
Sector la Unión	No existe	Existe	Existe	Existe	Existe

Fuente: Elaboración propia

### 1.3.6 Situación Actual de la Localidad respecto al Proyecto

Las condiciones actuales de las calles de la urbanización popular “LA UNIÓN” son pésimas, ya que presentan problemas en su drenaje pluvial.

Por esta razón, se realizó una investigación en dicho lugar, con la finalidad de analizar e interpretar la realidad y determinar la problemática existente, esto dio como resultado el proyecto de los sistemas de drenaje pluvial, el cual se pretende hacer un diseño hidráulico y estructural con la solución más satisfactoria, pues la falta de un sistema de drenaje pluvial urbano afecta especialmente a niños y adultos mayores, generando el incremento de enfermedades infectocontagiosas y principalmente respiratorias, además de las incomodidades de insalubridad que representa para las personas que nos visitan.

Debido a que estas calles de la urbanización “la unión” del distrito de Soritor no posee drenajes pluvial en su totalidad y muy pocos transversales esto provoca que en época lluviosa

o en máximas avenidas agrave más la situación, ya que deteriora con más rapidez la superficie de rodaje, ocasiona lodo y charcos.

Por los aspectos presentados anteriormente, enfocamos la investigación para plantear una propuesta que resuelva los problemas que presenta las condiciones actuales de dichos jirones y pasajes, mediante una propuesta del drenaje pluvial. Utilizando todos los lineamientos técnicos necesarios para presentar un soporte de los cálculos, de tal manera contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

Además afecta el transporte público, originando retrasos para llegar a tiempo a los servicios locales, motivo por el cual se plantea el presente proyecto de inversión pública, a fin de corregir esta situación negativa antes descrita, para hacer que el tránsito (tanto vehicular como peatonal) sea más rápido, seguro, confortable y fluido.

El proyecto contempla el mejoramiento de los jirones: Jiron San Juan cdra 1-5, Jiron Jerico cdra. 1-4, Jiron Nuevo Valle cdra. 1-6, Av. Integracion cdra. 1-6, Jiron Villa Hermosa cdra. 1-6, Jiron Jorge Chavez cdra. 1-6. Jiron Almendra cdra. 1-6, Jiron Alberto Otalaya cdra. 1-5; Av. Circunvalacion cdra. 1-7, Jiron Los Claveles Cdra. 1-8, Jiron La Lima cdra. 1-8, Jiron Ochame cdra. 1-7, Jiron Oriente cdra 1-9, Jiron Indoche cdra. 1-9, Jiron el Pongo cdra. 1-9, estas calles sirven de acceso principal a los vehículos y peatones que se trasladan hacia los diferentes sectores del Distrito de Soritor, asimismo permitirá expandir el sector comercial y de transporte vehicular, ya que sirve como enlace hacia otras vías que conducen hacia varios sectores urbanos, los mismos deben articularse al circuito vial urbano existente.

Las condiciones climáticas en la zona generan el deterioro permanente de las vías urbanas, si a esto sumamos el tráfico intenso de los vehículos que transitan diariamente por las calles involucradas en el presente proyecto, que aceleran aún más el deterioro de la estructura existente; el cual nos muestra un panorama propicio para realizar una intervención que beneficie de manera directa e indirecta a la comunidad en su conjunto, y en forma específica a los beneficiarios de la zona de influencia del presente proyecto.

Las calles involucradas en el proyecto, se caracterizan por no contar con un sistema de alcantarillado pluvial en buenas condiciones (sin alcantarillas, colectores, cunetas de paso), en su gran mayoría. Dichas vías se encuentran a nivel de rasante natural, las mismas que

presentan un estado muy deplorable, lo cual limita la transitabilidad de vehículos y peatones, perjudicando a las unidades motorizadas y poniendo en riesgo la vida y la salud de los transeúntes que circulan por estas calles.

### 1.3.6.1 Diagnóstico de la Situación Actual

#### Area del terreno:

- Según levantamiento Topográfico = 550,516.04 m<sup>2</sup>.
- **Área Total del Terreno = 550,516.04 m<sup>2</sup>.**

El terreno donde se ejecutará el proyecto tiene un área total de 550,516.04 m<sup>2</sup>, según levantamiento topográfico (tal como se muestra en los planos).

### 1.3.7 Datos Básicos de Diseño

#### 1.3.7.1 Topografía

Los estudios topográficos básicamente consideran en la medición de las áreas de los terrenos, de determinar las curvas de nivel correspondientes, así como de apreciar la actual configuración del terreno.

#### 1.3.7.2 Mecánica de Suelos

Se ha efectuado el Estudio de Mecánica de Suelos, de acuerdo a lo establecido por las Normas; para ello se han tomado muestras IN SITU, practicándose 10 calicatas.

El suelo esta predominantemente en el área de estudios está conformado de suelo tipo ML o arcilla inorgánica de Media plasticidad según la clasificación SUCS.

En base a los resultados de los ensayos de laboratorio, se hizo la clasificación de Suelos según SUCS.

Además en base a las muestras obtenidas, se ha determinado la Resistencia a la Compresión Simple por el método de Corte Directo.

- La capacidad portante del terreno con fines estructurales es de **0.81 kg/cm<sup>2</sup>**.
- Angulo de fricción = 19°.

### 1.3.7.3 Antecedentes y Recomendaciones sobre Desastres Naturales

La zona donde se construirá el proyecto no ha sufrido ningún tipo de alteraciones en su conformación debido a desastres naturales y el lugar donde se encuentra ubicada la localidad de **Soritor** no presenta riesgos de vulnerabilidad, el único problema existente corresponde a la deforestación masiva que viene sufriendo, que es consecuencia de la práctica de la agricultura tradicional, entre otros. La recomendación para prevenir posteriores desastres, es poner en práctica en forma urgente un plan de reforestación en las áreas libres de la localidad.

### 1.3.7.4 Metas

#### 1.3.7.4.1 Meta Física

- Construcción de cunetas abiertas 10,024.43 ml
- Construcción de Alcantarillas de Pase 255.02 ml
- Construcción de colectores 3668.70 m<sup>l</sup>

#### Complementarios

- Sardinell de Concreto 13,693.13 ml
- Emboquillado 10,024.43ml

#### 1.3.7.4.2 Meta Cuantitativa

Diseño Hidraulico y estructura de la urbanización la Union en la localidad de Soritor, distrito de Soritor - Moyobamba - San Martin.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver**

##### **2.1.1 Antecedentes del problema**

Las condiciones actuales de las calles de la urbanización popular “LA UNIÓN” son pésimas, ya que presentan problemas en su drenaje pluvial.

Por esta razón, se realizó una investigación en dicho lugar, con la finalidad de analizar e interpretar la realidad y determinar la problemática existente, esto dio como resultado el proyecto de los sistemas de drenaje pluvial, el cual se pretende hacer un diseño hidráulico y estructural con la solución más satisfactoria, pues la falta de un sistema de drenaje pluvial urbano afecta especialmente a niños y adultos mayores, generando el incremento de enfermedades infectocontagiosas y principalmente respiratorias, además de las incomodidades de insalubridad que representa para las personas que nos visitan.

Debido a que estas calles de la urbanización “la unión” del distrito de Soritor no posee drenajes pluvial en su totalidad y muy pocos transversales esto provoca que en época lluviosa o en máximas avenidas agrave más la situación, ya que deteriora con más rapidez la superficie de rodaje, ocasiona lodo y charcos.

Por los aspectos presentados anteriormente, enfocamos la investigación para plantear una propuesta que resuelva los problemas que presenta las condiciones actuales de dichos jirones y pasajes, mediante una propuesta del drenaje pluvial. Utilizando todos los lineamientos técnicos necesarios para presentar un soporte de los cálculos, de tal manera contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

##### **2.1.2 Planteamiento del problema**

En esta parte se describe la problemática que se da actualmente la urbanización “LA UNIÓN” del distrito de Soritor, la cual debido a ciertos fenómenos naturales que se dan en dicha zona producen un malestar para la población que se ubican en su entorno. Este proyecto tiene como objetivo fundamental la identificación y análisis de los problemas existentes; así como el estudio de las posibles soluciones para luego proceder a escoger y

diseñar la solución más satisfactoria. Estos aspectos son tratados con más detalle en el desarrollo del mismo; pero es preciso anticipar que los problemas que sufre la población debido a la falta de un sistema de evacuación de las aguas negras y pluviales son, principalmente, la contaminación del medio ambiente, la propagación de enfermedades y el deterioro de las calles y avenidas. La solución adoptada es la propuesta de un diseño hidráulico y estructural de un sistema de drenaje pluvial urbano y poder dar una propuesta satisfactoria para el respectivo, estudiando todos los posibles factores que la han afectado en el transcurrir del tiempo, como por ejemplo la deficiencia en los sistemas de drenaje ya que no cuenta con un adecuado sistema de drenaje, el colapso de alcantarillas y el excesivo aumento de la maleza.

De esta forma, se evaluarán todos los posibles factores que afectan a dichos jirones y calles de dicha urbanización y así ofrecer al morador seguridad, mayor confort, facilidad en el traslado de insumos al sector, y así disminuir los costos operacionales y fomentar el desarrollo turístico de la región.

### **2.1.3 Delimitación del problema**

Esta investigación se llevara a cabo en la urbanización popular “LA UNIÓN”, Distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín.

.

### **2.1.4 Formulación del problema**

Teniendo en cuenta la realidad diaria que se vive en esta parte del distrito de Soritor, desde un punto de vista general, lo primero que se aprecia es una falta de proyección en el mejoramiento de una buena imagen urbana en dichos jirones de la urbanización popular “LA UNIÓN”; los cuales ciertos factores provocan el deterioro de las calles y crean ciertos problemas a la comunidad en general.

La falta de un sistema de drenaje pluvial es el resultado de causas muy diversas, cuestiones económicas, sociales y políticas que influyen en el problema, y es fundamental la comprensión del conjunto de agentes que actúan en la ciudad en general para entender su efecto en la falta de propuesta de un buen diseño hidráulico de drenaje pluvial urbano.

La mala imagen surge por una falta de planificación en los trabajos necesarios para la realización del sistema de drenaje pluvial, y por el descuido que se tiene en dicho Distrito que actualmente no cuentan con un sistema de drenaje y pavimentación.



Los daños causados por los diferentes fenómenos naturales, propician la incomodidad e inseguridad de los usuarios (automovilistas, ciclistas y peatones).

La falta de un diseño hidráulico y estructural de drenaje pluvial urbano, con la finalidad de atender lo más pronto posible esta necesidad de la población, la cual ellos la han planteado como la más urgente. Asimismo los excedentes del escurrimiento en épocas de lluvias, que pasa por estas calles de este sector del distrito de Soritor, lo que causa daños a las vías públicas y viviendas, generando enfermedades y malestar en los propios. Es así como surge la siguiente pregunta:

**¿De qué manera la propuesta del diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano contribuye en mejorar la calidad de vida de la población que habita en el área de la urbanización popular “La Unión” de la localidad de Soritor, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba, Departamento de san Martín?**

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo General**

Propuesta de diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la urbanización popular “LA UNIÓN”, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

### **2.2.2 Objetivos Específicos**

- Definir la ubicación del área de ampliación urbana futura, para un proyecto de 20 años.
- Realizar el levantamiento planimétrico y altimétrico del área urbana actual y la expansión futura.
- Elaborar planos de manzaneos a curvas de nivel.
- Realizar estudio de suelos a profundidad de 1.5m para construir sistema de alcantarillado.
- Desarrollar los procesos estadísticos para determinar el caudal de diseño para la cuenca que corresponde al estudio a realizarse.
- Plantear la red del sistema de flujo superficial
- Desarrollar el diseño hidráulico y estructural de cada una de las obras de drenaje que se requiere en el sistema de drenaje pluvial urbano propuesto.

### **2.3 Justificación de la Investigación**

El desarrollo de esta investigación consiste esencialmente en la identificación y análisis de los problemas existentes; así como el estudio de las posibles soluciones para luego proceder a escoger y diseñar la solución más satisfactoria. Estos aspectos son tratados con más detalle en el desarrollo del mismo; pero es preciso anticipar que los problemas que sufre la población debido a la falta de un sistema de evacuación de las aguas pluviales son, principalmente, la contaminación del medio ambiente, la propagación de enfermedades y el deterioro de las calles, pues como se ha podido notar las aguas pluviales se conducen a través de las calles hasta desfogar en pequeños zanjones que se han formado en la periferia del lugar y mencionar que no existe un sistema recolector para las aguas pluviales, por lo que las mismas corren por las diversas calles de este sector erosionándolas.

La solución adoptada es el diseño hidráulico y estructural de un sistema de drenaje pluvial para evitar la contaminación del efluente receptor, asimismo el desarrollo de esta investigación es de gran importancia, porque se pretende dar solución al estado actual del sistema de drenaje pluvial de los jirones y pasajes de la urbanización popular “La Unión” del distrito de Soritor, mediante la propuesta de los sistemas de drenajes, en los cuales su diseño hidráulico y estructural debe estar dirigido al logro de los objetivos propuestos hacia los cuales se enfocan las acciones a llevar cabo, de esta manera se pretende que en los sistemas de drenajes de aguas de lluvia, disminuir al máximo los daños que estas pueden ocasionar a la ciudadanía.

Esta investigación es trascendental por que contribuirá a mejorar el deficiente estado de las calles de la urbanización popular “la unión”, mediante la propuesta de diseño hidráulico y estructural de drenaje urbano. Obteniendo una mejor evacuación de las aguas originada por las lluvias, los cuales muchas veces la población de este sector tienen que lidiar día a día con los problemas causados por las lluvias.

Este proyecto será un aporte en las que se detallara una propuesta de solución para hacer frente a las precipitaciones pluviales, mediante la propuesta de un diseño hidráulico y estructural de drenaje pluvial y de este modo poder garantizar el buen desarrollo de las actividades de los pobladores, particularmente en épocas de lluvias y/o máximas avenidas y de esta manera mejorar la calidad de vida de la población beneficiada.

### **2.3.1 Justificación Teórica o Temática:**

Bajo la aplicación de las teorías y manejo de bibliografías, códigos y reglamentos se elaborará un proyecto que contenga la estructura suficiente para describir y detallar los parámetros de diseño hidraulico y estructural que permitan la realizacion de dcicho proyecto.

### **2.3.2 Justificación Metodológica:**

Metodológicamente, el estudio implica analizar, discutir y elaborar un proyecto que contenga a detalle las acciones secuenciales de programacion, y ejecucion de las partidas para su respectiva realizacion en obra. Se usará el método de investigación de campo de información técnica, ya que para ello se realizara un estudio hidrológico con datos que nos proporcione la entidad SENAMHI, u otras fuentes en donde se realizara el estudio y análisis respectivo, con el fin de organizar los resultados obtenidos, además se realizara un levantamiento topográfico.

### **2.3.3 Justificación de Viabilidad:**

Existen las herramientas tecnológicas de trabajo que posibilitan la ejecución de la investigación, de manera que podemos tener resultados para efectuar las comparaciones suficientes y poder determinar una solución al problema.

### **2.3.4 Justificación Práctica:**

El análisis, diseño hidraulico y estructural del sistema de alcantarillado pluvial de la urbanizacion “LA UNION” que permita materializar los conceptos, optimizar recursos y brindar la buena ejecucion. El estudio puede ser replicable su marco teorico; mas no los analisis y resultados.

### **2.3.5 Importancia:**

En las zonas urbanas, se tiene la necesidad de desalojar el agua de lluvia de tal modo que se mitiguen los riesgos para los habitantes, las viviendas, los comercios, las industrias y otras áreas que afectan a la población. Sin embargo, la construcción de edificios, casas, la

pavimentación de calles, estacionamientos y otras construcciones modifican el entorno natural y generan superficies poco permeables; aumentando los volúmenes de escurrimiento. Así, la urbanización incrementa los volúmenes que escurren superficialmente, debido a la impermeabilidad de las superficies de concreto y pavimento. Esto obliga a diseñar los sistemas de drenaje artificial con mayor capacidad que la que tenían las corrientes naturales originales. El drenaje pluvial urbano, tiene como función la captación y desalojo de las aguas de lluvia hasta sitios donde se descarguen en los cuerpos de agua, de tal forma que se reduzcan los daños e inconvenientes a los habitantes donde llegan o cruzan los escurrimientos o que puedan afectar a otras cercanas. Un sistema de drenaje está constituido por una red de conductos e instalaciones complementarias, que permiten el desalojo de las aguas de lluvia y que requieren de su mantenimiento para su correcta operación

## 2.4 Delimitación de la Investigación

El presente trabajo de investigación desarrollado contempla con anterioridad las siguientes delimitaciones:

- a) La investigación está restringido al estudio del proyecto **Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de soritor, Provincia de Moyobamba – Región San Martín**, Ubicada en el la urbanizacion “**La Union**”, Distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba, Región San Martín”.
- b) La elaboración del presupuesto de su costo.

## 2.5 Marco Teórico

### 2.5.1 Antecedentes de la investigación

Dentro de los antecedentes de investigación se ha revisado material bibliográfico, investigaciones pasadas en el mundo y en nuestro país, que nos permita tomar nota de antecedentes y resultados, que deben considerarse para los fines más convenientes, siendo como sigue:

- **Gálvez Álvarez, Hugo (2004)**, tesis en investigación sobre “planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera municipal de Pasaco, Jutiapa”,

esta tesis manifiesta que para poder diseñar y construir deben tomarse en cuenta todos los factores humanos y los posibles impactos ambientales que puedan existir; esto implica gran responsabilidad al realizar proyectos de infraestructura en las comunidades, comenzando con llenar sus necesidades sin afectar otros aspectos y que las normas de diseño de instituciones públicas que se dedican a diseñar drenajes, se pudo establecer que es preferible la construcción de sistemas separativos de alcantarillado, con el propósito de facilitar el tratamiento de las aguas servidas, hasta un determinado nivel, tal que al verterlas a ríos o drenes naturales no causen contaminación.

- **Beltrán Juárez José Rafael (2010)** tesis en investigación sobre “propuesta de mejoramiento del drenaje pluvial de la planta de tratamiento de aguas residuales”, esta tesis trata sobre la planta de tratamiento Ingeniero Arturo Pazos Sosa de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos brinda el servicio de sanear las aguas residuales domésticas de la población de la colonia Aurora II. Tiene como fines permitir a los estudiantes de la maestría efectuar ensayos de tratamiento, comparar los diferentes procesos y capacitar a los operadores de otras plantas, asimismo esta planta presenta un problema, debido a la gran intensidad de las precipitaciones, el drenaje pluvial no es capaz de drenar toda el agua, lo que causa la erosión del suelo y pone en peligro las estructuras de los diferentes tratamientos para las aguas residuales. Para solucionar este problema se debe realizar un estudio y verificar la capacidad del sistema de drenar el agua y hacer un nuevo diseño, además incorporar obras para disipar la energía del flujo y proteger los taludes.
- **De León Acosta, Erik Braulio (2009)**, tesis en investigación sobre “proyecto para la rehabilitación del drenaje pluvial en Motozintla Chiapas”, esta tesis tiene como objetivo incrementar la colocación de tuberías de agua potable y la construcción de alcantarillado de aguas pluviales ya que la falta de estos servicios es una problemática existente en el municipio. Esto se pretende hacer mejorando la administración de sus órganos operativos a nivel municipal y cuidando la infraestructura existente. Motozintla-Chiapas-Mexico-2009.
- **Antonio Carpio, Henry (2011)**, tesis sobre propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del casco urbano y colonia “la entrevista” del municipio san Cayetano Istepeque, departamento

de san Vicente-San Salvador; en este trabajo se presenta una propuesta de diseño del alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y una planta de tratamiento para las aguas residuales

- **Granda Acha, Rudy** (2013), “tesis en análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos”, la presente tesis plantea el análisis de una red de drenaje en particular de la ciudad de Piura a través de uno de los modelos numéricos, la cual hace referencia a la evolución del concepto de drenaje urbano y a una de las principales causas de inundaciones urbanas en la actualidad como es la mala gestión del desarrollo urbano y hace una descripción general de la modelación numérica en hidráulica, así como del modelo numérico de drenaje urbano empleado para la simulación y análisis de la red propuesta en este trabajo.

## **2.5.2 Fundamentación Teórica de la Investigación**

### **2.5.2.1 Período de diseño**

**Gustavo Adolfo** (1990) Los sistemas de drenaje serán proyectados para llevar adecuadamente su función durante períodos no muy largos de tiempo, ya que esto podría incrementar los costos a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo.

**Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (2007)** En el diseño de diversas obras de ingeniería, como es, por ejemplo, un sistema de alcantarillado pluvial, se manejan una serie de términos como: periodo de retorno, periodo de diseño, vida útil, periodo de retorno de diseño y periodo económico de diseño. Todos ellos son parámetros de diseño que deben tenerse en cuenta al construir una obra.

**Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano (2006)**, indica que el sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. El periodo de retorno está función de la importancia económica de la urbanización, correspondiendo 2 años a pueblos pequeños.

El sistema mayor de drenaje deberá ser diseñado para el periodo de retorno de 25 años.



El diseñador podrá proponer periodos de retorno mayores a los mencionados según su criterio le indique que hay mérito para postular un mayor margen de seguridad debido al valor económico o estratégico de la propiedad a proteger.

### 2.5.2.2. Diseño de Secciones y Pendientes

**Hugo Alejandro Gálvez Álvarez** (2004), indica que el cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning transformada sistema métrico para secciones circulares así:

$$V = \frac{0.003429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

En el cual:

V = Velocidad del flujo a sección llena (m/s)

D = Diámetro de la sección circular (pulg.)

S = Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning o Kutter

n = 0.015 para tubos de 24 pulgadas y menores

n = 0.013 para tubos mayores de 24 pulgadas

Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en sus extremos más bajos.

### 2.5.2.3. Velocidad

**Hugo Alejandro Gálvez Álvarez** (2004), indica que la velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas  $v/V$ , donde  $v$  es la velocidad del flujo y  $V$  es la velocidad a sección llena,  $v$  por norma debe ser mayor de 0.60 m/s, para que no exista sedimentación, y menor o igual que 3.00 m/s, para que no exista erosión o desgaste.

**Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Agua Potable, Agua, Tratada, Drenaje Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbana** (2011), indica que para los canales al igual que en las tuberías se deben de revisar la velocidad máxima y mínima de circulación, con objeto de poder controlar la sedimentación y erosión respectivamente. La velocidad se calcula con la fórmula:

$$V = (r^{2/3} \times S^{1/2}) / n$$

Donde:


V=Velocidad del flujo en el canal en; m/seg.

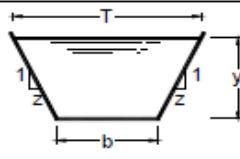
r=Radio hidráulico (a /p) en

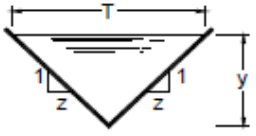
s=Pérdida de carga unitaria h/L (m/m)

n=Coeficiente de rugosidad (ver tabla).

**Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Agua Potable, Agua, Tratada, Drenaje Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbana (2011)**, muestra a continuación se dan las principales características para tres de las principales formas usadas en canales.

Sección Rectángulo		Área A	Perímetro Mojado P
		by	b + 2y
Radio hidráulico r	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección z
$\frac{by}{b + 2y}$	b	y	$by^{1.5}$

Sección Trapecio		Área A	Perímetro Mojado P
		$(b + zy) y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$
Radio hidráulico r	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección z
$\frac{(b + zy) y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	b + 2zy	$\frac{(b + zy) y}{b + 2zy}$	$\frac{[(b + zy) y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2zy}}$

Sección Triángulo		Área A	Perímetro Mojado P
		$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$
Radio hidráulico r	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección z
$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zy^{2.5}$

**Grafico 1:** Características geométricas tres de las principales formas usadas en canales

### La velocidad mínima permisible.

**Villón Béjar Máximo** (2004), sostiene que es aquella velocidad que no permite sedimentación, valores experimentales indican que este valor mínimo es 0.30 m/s, velocidades menores. Disminuyen la capacidad de conducción del canal.

**Ing. Edgar Sparrow Álamo** (2008), menciona que en general puede adoptarse una velocidad media de  $V_m = 0.6 \text{ m/s} . 0.91 \text{ m/s}$  cuando el porcentaje de limos presente en el canal es pequeño y una velocidad media no inferior a  $V_m = 0.76 \text{ m/s}$ ; prevendrá el crecimiento de vegetación

### La velocidad máxima permisible:

**Villón Béjar Máximo** (2004), sostiene que es algo bastante complejo y generalmente se estima empleando la experiencia local o el juicio del ingeniero; las siguientes tablas nos dan valores sugeridos.

Es la velocidad que el agua alcanza en el canal sin que origine la erosión o desprendimiento de los materiales que conforman la caja del canal. En canales revestidos la velocidad máxima permisible es de promedio de 2.5m/seg.

**Krochin Sviatoslav** (1978), Sostiene la siguiente tabla para la velocidad máxima permisible:

**Tabla 1***Tabla para la velocidad máxima permisible:*

<b>MATERIAL DE REVESTIMIENTO</b>	<b>VELOCIDAD MAX. (m/s)</b>
Suelo de ceniza volcánica	0.95
Tierra vegetal arcilla	1.15
Suelo arcilloso duro	1.50
Suelo con grava	1.80
Conglomerado	2.40
Concreto $f'c$ 140 Kg/cm <sup>2</sup>	4.40
Concreto $f'c$ 210 Kg./cm <sup>2</sup>	7.40
Planchas de acero.	20.00

<b>Características de los suelos</b>	<b>Velocidad Max. (m/s)</b>
	0.60
Canales en tierra franca	0.80
Canales en tierra arcillosa	1.00
Canales revestidos con piedras y mezcla simple	2.00
Canales revestidos de mampostería de piedra y concreto	3.00
Canales revestidos con concreto	
Canales en roca:	1.25
Pizarra	1.50
Areniscas consolidadas	3 a 5
Rocas duras, granito, etc.	

#### 2.5.2.4. Coeficiente de Escorrentía

**Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano** (2006), menciona que la selección del valor del coeficiente de escorrentía deberá sustentarse en considerar los efectos de

- Características de la superficie.
- Tipo de área urbana.
- Intensidad de la lluvia (teniendo en cuenta su tiempo de retomo).

- Pendiente del terreno.
- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.

El diseñador puede tomar en cuenta otros efectos que considere apreciables; proximidad del nivel freático, porosidad del subsuelo, almacenamiento por depresiones del terreno. etc.

Las tablas 3, 4, 5, pueden usarse para la determinación de los coeficientes de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía para el caso de áreas de drenaje con condiciones heterogéneas será estimado como un promedio ponderado de los diferentes coeficientes correspondientes a cada tipo de cubierta (techos, pavimentos, áreas verdes, etc.), donde el factor de ponderación es la fracción del área de cada tipo al área total.

#### 2.5.2.5. Intensidad de Lluvia

Según **Wilfredo Carranza Guzmán (1995)**, sostiene que la intensidad de la lluvia crítica de diseño, será determinada en función del período de retorno, utilizando el procedimiento descrito en el capítulo anterior.

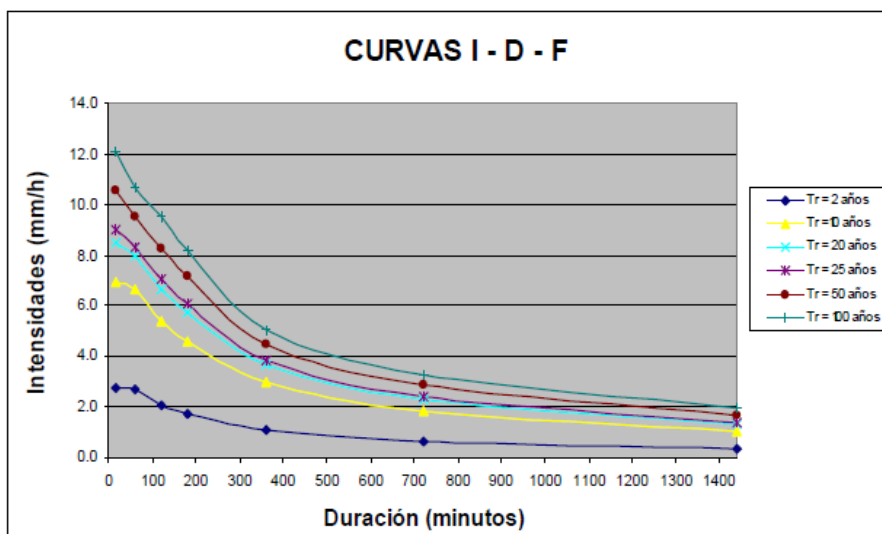
Según la **Norma Técnica O.S. 060 (1991)**, sustenta La intensidad de la lluvia de diseño para un determinado punto del sistema de drenaje es la intensidad promedio de una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración del área que se drena hasta ese punto, y cuyo periodo de retorno es igual al del diseño de la obra de drenaje.

**Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2008)**, indica que la intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como:

$$I = \frac{P}{T_d}$$

**El Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2008)**, hace mención que para la intensidad se utiliza curvas IDF y las para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas.

Así se consigue una asignación de probabilidad para la intensidad de lluvia correspondiente a cada duración, la cual se representa en un gráfico único de intensidad vs. Duración, teniendo como parámetro el período de retorno, tal como se muestra en el ejemplo:



**Grafico 2:** Ejemplo Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia para lluvia máxima

#### 2.5.2.6. Tiempo de Concentración

**Wilfredo Carranza Guzmán (1995)**, sostiene que el tiempo de concentración de la escorrentía desde el punto más alejado, determina la duración de la intensidad de la lluvia crítica de diseño, ya que se considera que la máxima concentración de agua en el punto de recogimiento o punto de aplicación de la formula racional, se dará en el instante cuando toda el área tributaria está contribuyendo. En el medio urbano las calles son los principales conductores del agua lluvia, produciéndose en estas altas velocidades y, por lo tanto, tiempos relativamente cortos de concentración, o de transporte.

En correspondencia a las partes en que discurre el flujo, enunciadas en el párrafo anterior, el tiempo de concentración a lo largo de una ruta hasta un punto del sistema de drenaje es la suma de:

El tiempo de concentración para un punto o tramo dado de la red, es definido como el tiempo que tarda una partícula de agua desde el punto más retirado de la cuenca hasta el extremo aguas arriba de dicho tramo.

El tiempo de ingreso al sistema de ductos y canalizaciones.  $t$ . El tiempo del flujo dentro de alcantarillas y canalizaciones desde la entrada hasta el punto,  $t_c'$  siendo el tiempo de concentración a lo largo de una ruta hasta el punto de intersección es la suma de

$$T_c = T_e + T_t$$



Dónde:

Tc= Tiempo de concentración (Horas)

Te= Tiempo de entrada (Horas)

Tt= Tiempo de trayecto (Horas)

**Tabla 2**

*Coefficiente de escorrentía para ser utilizados en el método racional*

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							
<b>Área de Cultivos</b>							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

**Tabla 3**

*Coefficiente de escorrentía promedio para áreas urbanas para 5 y 10 años de periodo de retorno.*

Características de la superficie	Coefficiente de Escorrentía
<b>Calles</b>	
Pavimento Asfáltico	0,70 a 0,95
Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
Pavimento de Adoquines	0,70 a 0,85
<b>Veredas</b>	0,70 a 0,85
<b>Techos y Azoteas</b>	0,75 a 0,95
<b>Césped, suelo arenoso</b>	
Plano ( 0 - 2%) Pendiente	0,05 a 0,10
Promedio ( 2 - 7%) Pendiente	0,10 a 0,15
Pronunciado (>7%) Pendiente	0,15 a 0,20
<b>Césped, suelo arcilloso</b>	
Plano ( 0 - 2%) Pendiente	0,13 a 0,17
Promedio ( 2 - 7%) Pendiente	0,18 a 0,22
Pronunciado (>7%) Pendiente	0,25 a 0,35
<b>Praderas</b>	0.20

**Tabla 4**

*Coefficiente de escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo.*

Topografía y Vegetación	Tipo de Suelo		
	Tierra Arenosa	Limo arcilloso	Arcilla Pesada
<b>Bosques</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
<b>Pradera</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos de Cultivo</b>			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

**Heras, Rafael** (2001), sostiene que el valor del coeficiente de escorrentía será seleccionado en función de las características fisiográficas del terreno en el área tributaria.

La determinación exacta del coeficiente de escorrentía es complicada, debido a que está sujeto a variaciones por transformaciones artificiales de la superficie, tales como:

Áreas construidas

Calles asfaltadas

Deforestación.

**Hugo Alejandro Gálvez Álvarez (2004)**, menciona que la escorrentía es el porcentaje del agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de la alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, detención en oquedades del suelo, etc. Por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuando más impermeable sea la superficie.

El coeficiente de escorrentía se calculará de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(cxa)}{\sum a}$$

Siendo:

c = coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales.

a = áreas parciales.

C = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada.

<b>Valores de “c” para superficies Min. Máx. Adoptado</b>			
	<b>Min</b>	<b>Max adaptado</b>	
- Techos impermeables	0.70	0.95	0.80
- Pavimentos en buen estado	0.85	0.90	0.90
- Superficies sin pavimentos, patios,etc	0.10	0.30	0.20

#### 2.5.2.7. Información Pluviométrica

**Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano (2006)**, indica que cuando el estudio hidrológico requiera la determinación de las curvas intensidad duración-frecuencia (IDF) representativas del lugar del estudio, se procederá de la siguiente manera.

Si la zona en estudio está en el entorno de alguna estación pluviográfica, se usará directamente la curva IDF perteneciente a esa estación.

Si para la zona en estudio sólo existe información pluviométrica, se encontrará la distribución de frecuencia de la precipitación máxima en 24 Horas de dicha estación, y luego junto con la utilización de la información de la estación pluviográfica más cercana se estimarán las precipitaciones para duraciones menores de 24 horas y para el período de - retorno que se requieran. La intensidad requerida quedará dada por  $I_{(t,T)} = P_{(t,T)} / t$  donde  $I_{(t,T)}$  es la intensidad d para una duración t y periodo de re-torno T requeridos: y  $P_{(t,T)}$  es la precipitación para las mismas condiciones.

Como método alternativa para este último caso pueden utilizarse curvas IDF definidas por un estudio regional. De utilizarse el estudio regional Hidrología del Perú IILA- UM - SENAMHI-11 1983 modificado, las fórmulas IDF.

Si el método racional requiere de intensidades de lluvia menores de una hora, debe asegurarse que la curva o relación IDF sea válida para esa condición.

#### 2.5.2.8. El Coeficiente de Rugosidad

**Ing. José del C. Pizarro Baldera (2013)**, menciona que la rugosidad que presenta la caja de un canal está dada por la fuerza de oposición que hacen las paredes del canal al libre flujo del agua

**Tabla 5**

*A continuación se presentan algunos valores del coeficiente de rugosidad (n).*

<b>Superficie de la caja de canal</b>	<b>“n”</b>
Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.	0.010
Concreto muy liso.	0.012
Madera suave, metal liso.	0.014
Revestimiento de concreto (frotachado).	0.017
Canales en tierra, libres de vegetación y en buenas condiciones.	0.020
Canales en tierra con alguna vegetación y sección con geometría definida.	0.025
Canales en tierra con abundante vegetación.	0.035

**Villón Béjar Máximo(2004)**, indica que la rugosidad depende del cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal, generalmente cuando se diseña canales en tierra se supone que el canal está recientemente abierto, limpio y con un trazado uniforme, sin embargo el valor de rugosidad inicialmente asumido difícilmente se conservará con el tiempo, lo que quiere decir que en la práctica constantemente se hará frente a un continuo cambio de la rugosidad.

**Ven The Chow** (1982), sostiene en forma práctica, los valores del coeficiente de rugosidad que se usan para el diseño de canales alojados en tierra están comprendidos entre 0.025 y 0.030 y para canales revestidos de concreto 0.015 y asimismo nos proporciona coeficiente de rugosidad para diferentes tipos de canales.

**Tabla 6***Coefficiente de rugosidad para deficiente tipos de canales.*

TIPO DE CANAL Y DESCRIPCIÓN	MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
<b>A) Conductos cerrados fluyendo parcialmente llenos.</b>			
1) Cemento	0.010	0.011	0.013
a) Pulido de superficie.	0.011	0.013	0.015
b) Mortero.	0.010		
2) Concreto	0.011	0.011	0.013
a) Alcantarilla, recta y libre de desperdicios.	0.011	0.013	0.014
b) Alcantarilla con codos, conexión y algunos desperdicios.	0.013	0.012	0.014
c) Terminado.	0.012	0.015	0.017
d) Cloaca con válvulas, entradas, etc. recto.	0.012	0.013	0.014
e) Sin terminar, con encofrado metálico.	0.015	0.014	0.016
f) Sin terminar, con encofrado pulido de madera.		0.017	0.020
g) Sin terminar, con encofrado común de madera.	0.021		
		0.025	0.030
<b>B) Canales revestidos o fabricados.</b>	0.010		
1) Metal corrugado.	0.011	0.011	0.013
2) Cemento	0.011	0.013	0.015
a) Limpio en la superficie.	0.013		
b) Mortero.	0.015	0.013	0.015
	0.014	0.015	0.016
3) Concreto.	0.016	0.017	0.020
a) Terminado con cuchara	0.018	0.017	0.020
b) Terminado con lechada	0.017	0.019	0.023
c) Terminado con grava en el fondo.	0.022	0.022	0.025
d) Sin terminar.	0.015	0.020	
e) Gunita en sección correcta.	0.017	0.027	
f) Gunita en sección ondulada.	0.016		
g) Sobre roca excavada pareja.	0.020	0.017	0.020
h) Sobre roca excavada irregular.	0.017	0.020	0.024
	0.020	0.020	0.024
4) Fondo de concreto terminado con lechada con los costados de:	0.023	0.025	0.030
a) Piedra acomodada en mortero.			
b) Piedra volcada en mortero.			
c) Mampostería de piedra de partida cementada ay revocada.			
d) Mampostería de piedra partida cementada.		0.020	0.025
		0.023	0.026
5) Fondo de grava con costado de:		0.033	0.036
a) Hormigón encofrado.			
b) Piedra volcada en mortero			
c) Piedra partida suelta.			

**2.5.2.9. Caudal**

**Morales Uchofen, Walter (2004)**, indica que viene a ser el volumen de agua medido por una unidad de tiempo, el cual se utiliza para determinar el dimensionamiento hidráulica de las estructuras.

### 2.5.2.10. Cunetas

**Sandoval Salazar, Néstor Raúl** (2014), sostiene que son estructuras de drenaje pluvial de caminos y/o sistemas de drenaje urbanos, que se construyen en todos los tramos en ladera, corte cerrado, al pie del talud de corte, poblados con mucha precipitación y se utilizan para evacuar el agua de la zona de la vía, se ubican paralelas al eje del camino y de las viviendas. La cuneta debe ser revestida cuando el suelo sea deleznable y la rasante de la cuneta sea igual o mayor de 4%, también puede ser revestida en rasantes leves, para reducir la rugosidad y asegurar el escurrimiento de las aguas.

Generalmente las cunetas descargan en una alcantarilla o aliviadero que puede ser establecido de acuerdo a la longitud de la cuneta, sus dimensiones y el caudal máximo que puede soportar la sección que presenta.

Generalmente, en los poblados que cuentan con desagüe pluvial lo más conveniente es tener cunetas anchas de poca profundidad que una angosta en forma de V. La erosión en cunetas superficiales anchas es menor, debido a que el agua se distribuye sobre una mayor superficie en espesores delgados, en lugar de concentrarse formando una profunda corriente angosta. Sin embargo, el costo de construcción de una cuneta ancha es considerable, de modo que en los tramos accidentados, se podrá aceptar por economía, cunetas más angostas que las mínimas especificadas.

La pendiente de una cuneta no es necesariamente paralela a la pendiente del camino. Años de experiencia han demostrado que el agua no fluirá fácilmente en cunetas que tengan una pendiente longitudinal de menos de 0.5 por ciento, especialmente si se permite que crezca con ellos césped suficientemente alto. Todas las cunetas, deberán tener por consiguiente, gradientes de por lo menos 0.5%.

Las dimensiones mínimas de las cunetas, serán fijadas de acuerdo a las consideraciones pluviométricas de la zona y el correspondiente diseño hidráulico.

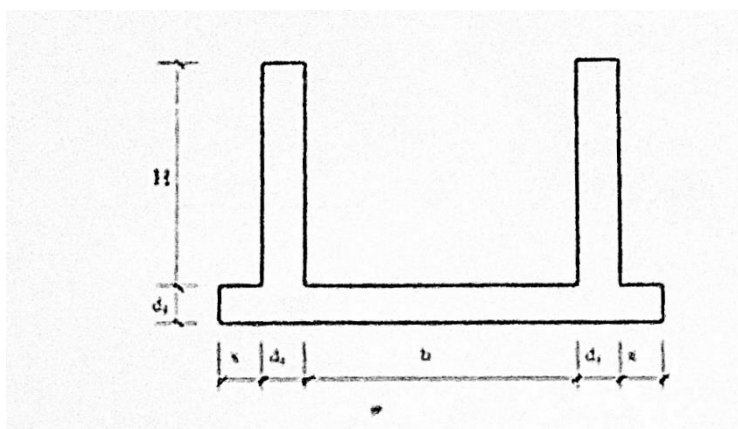
Se presenta a continuación algunas consideraciones ambientales, que se deberá tomar en cuenta.

- Las cunetas necesitan mantenerse limpias y protegidas de la erosión, ya sea con empedrado, vegetación, emboquillado de piedra o concreto

- El revestimiento de las cunetas es importante, debido a que el agua pueda infiltrarse de regreso hacia la base del camino, causando el deterioro de las viviendas y la superficie del camino.
- Es necesario limitar la pendiente de la cuneta de un 2% a 5%, cuando sea necesario hacer cunetas con pendientes mayores al 5%, cuando sea necesario hacer cunetas con pendientes mayores al 5%, se deberá reducir la velocidad del agua con diques de contención o se debe revestir
- Si en el mantenimiento se constata que las cunetas no tienen suficiente capacidad para la intensidad pluvial local, se debe agregar desfuegos intermedios entre las alcantarillas existentes.

#### 2.5.2.10.1. Diseño Estructural de Cunetas

**Morales Uchofen, Walter** (2004), indica que Consiste en determinar las dimensiones y cantidades de refuerzo que contendrá la cuneta en función de las solicitaciones de carga que se presentan.



**Grafico 3:** Sección Típica Cuneta

En el cálculo estructural se tiene en cuenta los diferentes casos extremos que pueden presentarse durante la vida útil de la obra de arte, los casos extremos que se podrían presentar, son los siguientes:

#### A.1.CASO I: Poza sin agua, Terreno seco

Con relleno a ambos lados de las paredes laterales, una sobrecarga equivalente del camión de diseño  $H_{20}S_{16}$  ( $q_s = 1000\text{kg/m}^2$ ), y sobre carga del pavimento  $q_p = 400\text{kg/m}^2$ , tal como se muestra en el siguiente gráfico.

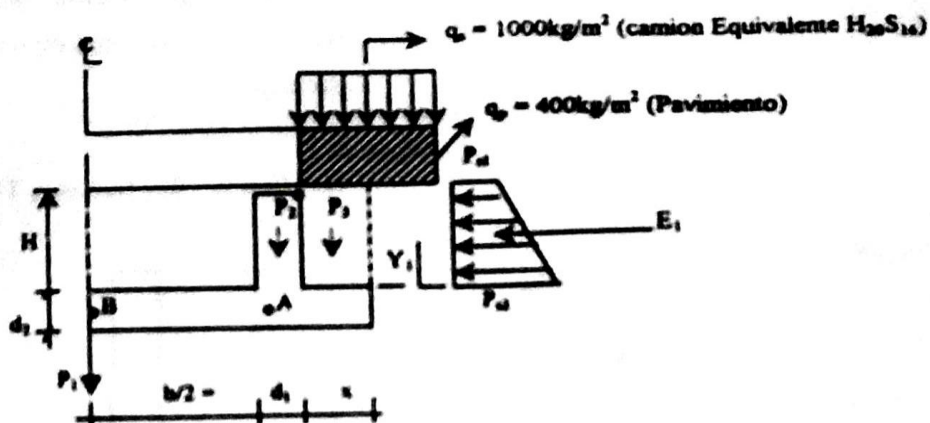


Grafico 4: Poza sin Agua, Terreno Seco

## A.2.CASO II: Poza llena hasta la cota superior de la pared lateral, Terreno seco

Con relleno a ambos lados de las paredes laterales, y nivel freático en el interior de la cuneta hasta la cota superior del mismo, con una sobrecarga del pavimento  $q_p = 400 \text{ kg/m}^2$ , tal como se muestra en el gráfico a continuación.

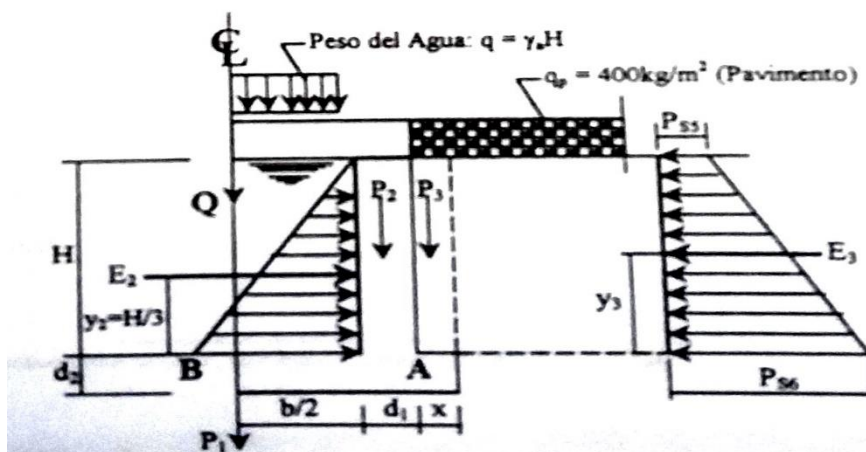
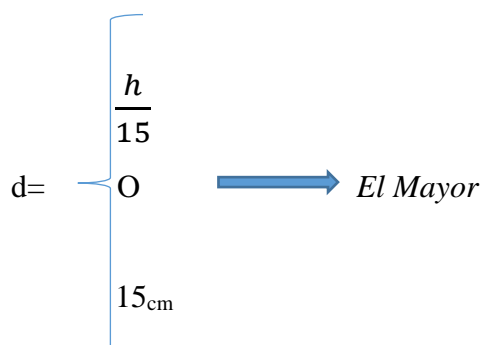


Grafico 5: Poza llena hasta la cota superior de las paredes laterales, terreno Seco

Para iniciar el cálculo se estima un primer valor para el espesor de las paredes y losa. Tomando una recomendación práctica, tanto para las paredes y losa con un valor inicial  $d = h/15$ , donde  $h$  es la altura de las paredes laterales.

Sin embargo, por razones constructivas (vaciado del concreto), se tiene que tomar como mínimo  $d_{\min} = 0.15$ , o sea:





Luego se calcula para cada paso (caso I y caso II):

- El momento en el punto A
- El momento en el punto B
- La seguridad contra la sub-presión
- La presión de la estructura sobre el terreno

### A.1.CASO I

El momento en punto A (ver gráfico N°02) se genera por las presiones.

Las expresiones de los esfuerzos que se generan son las siguientes:

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots \dots \dots (01)$$

$$P_{sl} = K_a \gamma_s h_{s/c} = K_a \gamma_s \frac{(q_s + q_p)}{\gamma_s} = K_a (q_s + q_p) \dots (02)$$

$$h_{s/c} = \frac{(q_s + q_p)}{\gamma_s} \dots \dots \dots (03)$$

$$P_{s2} = K_a \gamma_s [H + h_{s/c}] \dots \dots \dots (04)$$

$$M_A = E_I Y_I \dots \dots \dots (05)$$

Donde:

$K_a$  = Coeficiente de empuje activo.

$P_{si}$  = Presiones debidos a los empujes activos correspondientes  
(kg/m<sup>2</sup>)

$\phi$  = Angulo de fricción interna en grados sexagesimales

$\gamma_s$  = Peso específico del suelo en (kg/m<sup>3</sup>)

$h_{s/c}$  = Altura equivalente en metros debido a la sobrecarga del camión  $H_{20}S_{16}$  ( $q_s$ ) y del pavimento ( $q_p$ )

$\gamma_a$  = Peso específico del suelo en (kg/m<sup>3</sup>)

( $\gamma_a = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

$E_i$  = Empujes activos (kg/m)

$Y_i$  = Posición de los empujes activos respecto a la cara superior de la loza inferior del canal (m).

$H$  = Altura de las paredes laterales de la cuneta (m).

$M_A$  = Momento en el punto A (kg-m)

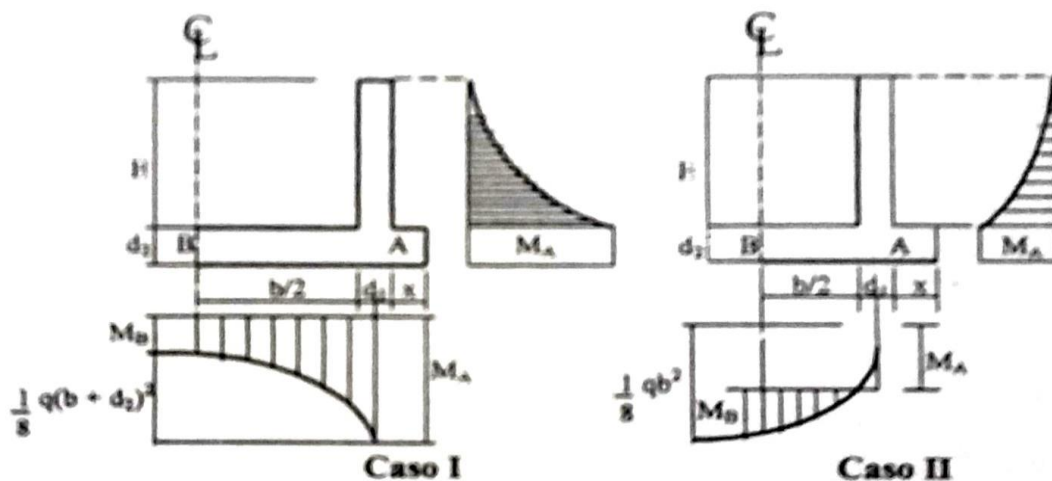
El momento en punto B se calcula teniendo en cuenta  $M_A$  y subpresión “q” (kg/m)

$$q = \gamma_a (h + d_2) \dots \dots \dots (06)$$

Luego según el grafico siguiente se obtiene:

$$M_B = M_A - 1/8 q (b + d_1)^2 \dots \dots \dots (07)$$

El momento en el punto B puede ser positivo o negativo, a continuación se muestra los diagramas de momentos para ambos casos (Caso I y Caso II):



**Grafico 6:** Diagrama de momentos para el Caso I y Caso II

Seguridad Contra la Sub-Presión (Ver gráfico N° 02):

El peso de la estructura se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$P_1 = (b + 2d_1 + 2x) d_2 \gamma_c \dots\dots\dots (08)$$

$$P_2 = d_1 H \gamma_c \dots\dots\dots (09)$$

$$P_3 = \gamma_c H x \dots\dots\dots (10)$$

Dónde:  $\gamma_c$  = Peso específico del concreto,

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/cm}^3$$

La sub presión kg/m se puede expresar así:

$$Q = q (b + 2d_1 + 2x) \dots\dots\dots (11)$$

Presión de la estructura sobre el terreno.

La presión de la estructura sobre el terreno es:

$$\sigma_r = \frac{P_1 + 2P_2 + 2P_3 - Q}{(b + 2d_1 + 2x) 10000} \dots\dots\dots (12)$$

Luego debe cumplirse que:

$$F = \frac{\sigma_1}{\sigma_r} \geq 2 \dots\dots\dots (13)$$

Donde:

$\sigma_T$  = Presión de la estructura sobre el terreno (Kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_t$  = Capacidad portante del suelo (Kg/cm<sup>2</sup>)

## A.2.CASO II

El momento en el punto “A” se calcula según el grafico N° 03, se obtiene las siguientes ecuaciones:

$$h = \frac{qp}{\gamma_s} \dots\dots\dots (14)$$

$$Y_5 = \frac{H^2 - 3Hh'}{3(H - 2h')} \dots\dots\dots (15)$$

Empuje del Agua “E<sub>4</sub>” (Kg/m)

$$E_4 = \frac{1}{2} \gamma_a H^2 \dots\dots\dots (16)$$

$$E_5 = \frac{1}{2} K_a \gamma_s (H + 2h') H \dots\dots\dots (17)$$

El Momento en el punto “A”

$$M_A = \frac{1}{3} H E_4 - E_3 Y_3 \dots\dots\dots (18)$$

El Momento en el punto “B” se calcula según

La siguiente ecuación:

$$M_B = -M_A + \frac{1}{2} q b^2 \dots\dots\dots (19)$$

Donde:

$$q = \gamma_a H \dots\dots\dots (20)$$

Presión de la estructura sobre el terreno ( $\sigma_T$ ) para esto se tiene en cuenta las siguientes ecuaciones obtenidas (las Ec. 8, 9,10).

$$P_1 = (b + 2d_l + 2x) d_2 \gamma_c \dots\dots\dots (08)$$

$$P_2 = d_l H \gamma_c \dots\dots\dots (09)$$

$$P_3 = \gamma_c H x \dots\dots\dots (10)$$

$$Q = \gamma_a H_b \dots\dots\dots (21)$$

Entonces:

$$\sigma_T = \frac{P_1 + 2P_2 + 2P_3 + Q}{(b + 2d_l + 2x)10000} \dots\dots\dots (22)$$

### A.3. Calculo del Refuerzo

El refuerzo se calcula conforme a la norma para concreto ciclópeo y armado del Reglamento Nacional de Edificaciones y en base al diseño a la rotura. La calidad del concreto será  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para obras de arte y  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  para cunetas y la calidad de la armadura  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### A.3.1. Criterios Generales para el Diseño

##### Refuerzo de Repartición por Contracción y Temperatura ( $A_{st^\circ}$ )

Es el refuerzo perpendicular al principal.

Los espaciamientos “S” permisibles son:

$$0.45 \text{ m} > S < 5d \dots\dots\dots (23)$$

$$S = A_b / AS \dots\dots\dots (24)$$

Cuantías Mínimas a usar, serán:

$$\text{Para: muros } P_{min \text{ } t^\circ} = 0.0025 \dots\dots\dots (25)$$

$$\text{Losas } P_{min \text{ } t^\circ} = 0.0018 \dots\dots\dots (26)$$

Luego las áreas de refuerzo por temperatura “ $A_{st^\circ}$ ”, serán:

Para: muros  $As_t = 0.0025 b d_T$

Losas  $As_t = 0.0018 b d_T$

Donde:

S = Espaciamiento entre barras de acero, distribuidos en un metro de ancho

$d_T$  = Altura total o espesor total dl elemento en (cm)

$As$  = Área total de refuerzo ( $\text{cm}^2$ )

$b$  = Ancho del elemento, para nuestro caso  $b=100$  cm

### **Refuerzo Mínimo de Elementos Sujetos a Tracción ( $A_{smin}$ ).**

Las cuantías mínimas a usar para

$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ , serán:

Para: muros  $P_{min t} = 0.0015$

Losas  $P_{min t} = 0.0017$

Luego las áreas del refuerzo mínimo " $A_{smin}$ ", serán:

Para: muros  $A_{smin} = 0.0015 b d \dots\dots\dots (27)$

Losas  $A_{smin} = 0.0017 b d \dots\dots\dots (28)$

Donde:

$d$  = Distancia de la fibra extrema en compresión al centro del refuerzo de tracción (cm).

### **Recubrimiento de concreto para el refuerzo ( $r$ )**

Consideramos lo siguiente:

$r = 0.075m$  Para el refuerzo de zapatas y otros miembros estructurales principales en los que el concreto se deposita contra el suelo

$r = 0.050m$  Para barras mayores que la N°5( $\phi$  5/8") en superficie de concreto que van a estar en contacto con el suelo después del desencofrado.

$r = 0.050m$  Para barras menores que la N° 4( $\phi$  1/2") en superficie de concreto que van a estar en contacto con el suelo después del desencofrado.

### A.3.2. Elementos Rectangulares don Refuerzo de Tracción Únicamente

El momento resiste a la rotura será calculado, según:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left[ d - \frac{a}{2} \right]} \dots\dots\dots (29)$$

$$A = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \dots\dots\dots (30)$$

Donde:

$A_s$  = Área del refuerzo en tracción (cm<sup>2</sup>)

$f_y$  = Límite de fluencia del refuerzo, se usara  $f_y = 4200$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Donde:

$d$  = Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo de tracción (cm).

$a$  = Profundidad del prisma rectangular de esfuerzos (cm).

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, se usara  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

$b$  = Ancho de la cara en compresión de un elemento sujeto a flexión (cm), para nuestro caso  $b = 100$  cm

$\phi$  = Factor de reducción de capacidad, se usara el factor par flexión y tracción simple  $\phi = 0.90$

La cuantía ( $P$ ) de refuerzo no excederá de 0.75 de la cuantía balanceada ( $P_b$ ), que produce la condición de falla balanceada, osea debe cumplirse.

$$P = \frac{A_s}{b d} < 0.75 P_b \dots\dots\dots (31)$$

$$P_b = \frac{0.85 \beta f'_c}{f_y} \cdot \frac{6100}{6100 + f_y} \dots\dots\dots (32)$$

Donde:

$\beta = 0.85$  para  $f'_c$  hasta  $280 \text{ kg/cm}^2$  y se reducirá 0.05 por cada  $70 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia en exceso a  $280 \text{ kg/cm}^2$ .

Para concreto de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ , el  $P_{max} = 0.01$

### A.3.3. Resistencia a la Rotura por Fuerza Cortante ( $\tau$ )

El esfuerzo cortante nominal en la rotura “ $\tau_u$ ”, como medida de la tracción diagonal, es:

$$\tau_u = \frac{V_u}{b d} \dots\dots\dots (33)$$

El esfuerzo cortante nominal que tomara el concreto “ $\tau_c$ ”, es:

$$\tau_c = 0.5 \phi \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (34)$$

Donde:

$$V_u = 1.8 V \dots\dots\dots (35)$$

$V$  =Cortante en el elemento, producto del análisis estructural.



$\phi$  = Factor de reducción,  $\phi = 0.85$  (para elementos sometidos a tracción diagonal, adherencia y anclaje).

Debe cumplir lo siguiente:

$$\tau_u < \tau_c \text{ (ok)} \dots\dots\dots (36)$$

### 2.5.2.11. Alcantarillas

**Frederick Merrit**, sostiene que las alcantarillas son obras de drenaje Transversal, que canalizan el agua de un lado de la vía hacia otro, cualquiera que sea su procedencia, ayudando a controlar el flujo de agua y reduciendo la velocidad para aminorar la erosión.

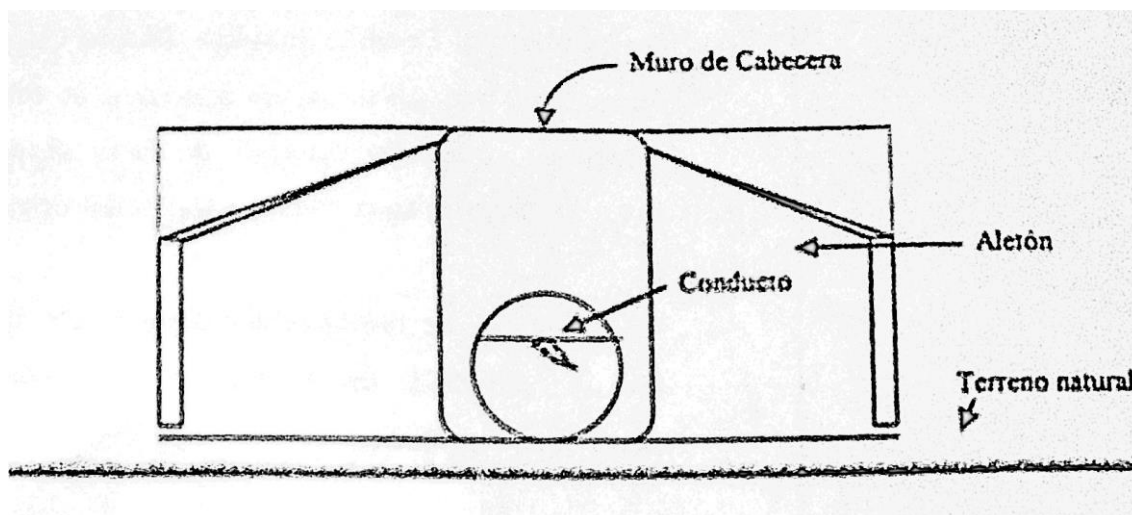
Las alcantarillas se proyectan a partir de tres elementos fundamentales: Diseño hidráulico, Diseño Geométrico, Diseño Estructural; una combinación adecuada de estos tres factores garantiza un diseño racional de estas obras de arte y el cumplimiento de su contenido a través del tiempo.

La definición de alcantarilla abarca a todo tipo de conducto cerrado utilizando en el drenaje de autopistas, carreteras y caminos.

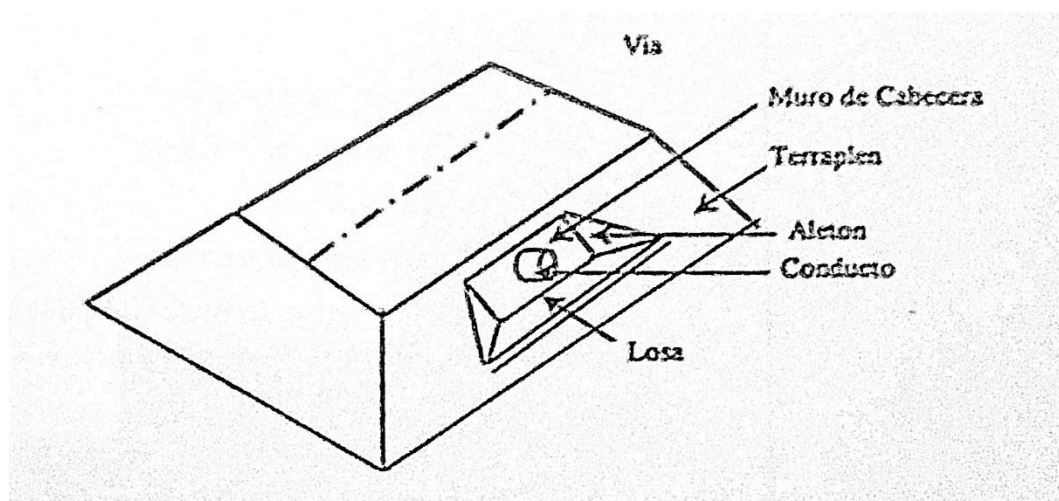
#### 2.5.2.11.1. Partes de una Alcantarilla

Los elementos que conforman una alcantarilla son los siguientes:

- El conducto o cañón.
- Los muros de cabecera
- Los aletones
- Losa inferior y superior
- Dispositivo de protección a la entrada



*Grafico 7: Sección Típica Cuneta*



*Grafico 8: Isométrico*

Los elementos o cañones pueden tener sección circular, rectangular, de arco y elíptica. El material utilizado en su construcción puede ser de hormigón armado, barro vitrificado, hierro colado o acero corrugado, aunque en ocasiones se ha empleado la mampostería de piedra y la madera tratada.

El muro de cabecera tiene como finalidad retener la tierra del talud del terraplén y evitar que se derrame en el conducto, obstruyendo, tanto la entrada como la salida. Su altura debe estar por encima de la parte superior del conducto, recomendándose como mínimo 0.3m se debe empotrar en el terreno natural debajo de la boca del conducto por razones de cimentación y erosión.

En el caso de las alcantarillas tipo cajón se distinguen la losa inferior y la losa superior. La losa inferior extiende hasta los extremos de los aletones, a los cuales va unido por su base. En el extremo de dicha losa se construye una pantalla o dentellón, cuyo objetivo es impedir que el terraplén, tanto a la entrada como a la salida, socave el terreno bajo la losa y se produzca un mal funcionamiento de la estructura o su rotura al cabo del tiempo.

#### **2.5.2.12. Rápida**

**Morales Uchofen, Walter** (2004), indica que son estructuras que sirven para conectar dos tramos de un canal, cuyo desnivel es bastante grande de una longitud relativamente corta.

Para el diseño es necesario conocer las propiedades hidráulicas, las elevaciones de la rasante y de las secciones del canal aguas arriba y aguas debajo de la rápida, asimismo el perfil longitudinal del tramo donde se ubica la estructura.

Una rápida consta de las siguientes partes:

- **Transición de Entrada.**
- **Sección de control**, es la sección de correspondiente entre la sección de control y el principio de la trayectoria, puede tener de acuerdo a la configuración del terreno varias pendientes, pudiendo ser de sección trapezoidal o rectangular, es necesario poner atención en el aumento del volumen de la corriente por acción del aire incorporado cuando las velocidades halladas exceden 10 m/seg.
- **Trayectoria**, es una curva parabólica vertical, que une la pendiente última de la rápida con el plano inclinado del principio del colchón amortiguador, de tal manera que debe diseñarse de modo que la corriente de agua permanezca en contacto con el fondo del canal y no produzca vacíos.
- **Tanque o colchón amortiguador**
- **Transición de salida**

### 2.5.2.13. Posa de Disipación de Energía

**Elmer García Rico** afirma que es una estructura que se contribuye o pie de una rápida o caída, y tiene por función absorber el resalto hidráulico que se produce debido a la intersección brusca de dos tramos de canal.

### 2.5.2.14. Tipos de Flujo

Un flujo en movimiento es un fenómeno que no puede ser expresado matemáticamente en forma exacta, debido a condiciones exteriores complejas y variables

El flujo de un canal depende básicamente de los efectos de las fuerzas viscosas y de gravedad, existen pues dos regímenes en el escurrimiento de los fluidos: El Régimen laminar, Capilar, estratificado o de poiseuille y el régimen turbulento llamado también hidráulico.

El régimen laminar ocurre muy raramente en los canales debido a la baja viscosidad cinemática del agua que es propio de corrientes y de velocidades pequeñísimas. El régimen Turbulento o Hidráulico, es propio de canales abiertos, donde nos permite definir la profundidad y velocidad media en una sección como las características que define el tipo de flujo en un canal.

### Numero de Froude

**Frederick Merrit**, indica que es un indicador del tipo de flujo y define la importancia relativa a las fuerzas gravitacionales e inerciales. Se define con la siguiente expresión:

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$F < 1$ , *flujo sub-critico*

$F = 1$ , *flujo critico*

$F > 1$ , *flujo súper-critico*

#### 2.5.2.14.1. Flujo sub- critico: $F < 1$

Son aquellos cauces (ríos) que se caracterizan por tener pequeña velocidad y gran tirante.

En este estado las fuerzas de gravedad se hacen dominantes, por lo que el flujo tiene baja velocidad, siendo tranquilo y lento. En este tipo d eflujo toda singularidad tiene influencia hacia aguas arriba.

En un rio el número de Froude (F) generalmente es menor que 1 y se cumple que:

$$\frac{Q^2 T}{g A^3} < 1$$

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

T = Ancho de superficie (m)

g = Gravedad (m/s<sup>2</sup>)

A = Area hidráulica (m<sup>2</sup>)

#### 2.5.2.14.2. Flujo Critico: $F = 1$

Es una sección de control, porque nos permite medir el flujo, debido a que la relación entre caudal y tirante es independiente de la rugosidad de canal y a otras circunstancias incontrolables, es este el principio que se basa los diferentes tipos de aforadores de caudal.

En este estado, las fuerza de inercia y gravedad están en equilibrio.

En el régimen crítico, separa los ríos de los torrentes, correspondientes a:

$$\frac{Q^2 T}{g A^3} = 1$$

#### 2.5.2.14.3. Flujo Súper Crítico : $F > 1$

**Frederick Merrit**, afirma que en este estado las fuerzas de inercia son más pronunciadas, por lo que el flujo tiene una gran velocidad, siendo rápido y torrentoso. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas abajo.

Corresponde al régimen denominado torrentes. En el que se cumple que:

$$\frac{Q^2 T}{g A^3} > 1$$

### 2.5.2.15. Taludes en Cunetas (Z)

**Morales Uchofen, Walter** (2004), sostiene que los taludes en cunetas, se designan de la proyección horizontal a la vertical de la inclinación de las paredes laterales. La inclinación de las paredes laterales depende de factores varios, pero muy particularmente de la clase de terreno en donde se aloja la cuneta.

Mientras más inestable sea el material, menor será el ángulo de inclinación de los taludes. Los taludes más recomendables según tipo de material son:

**Tabla 7**

*Taludes recomendables según tipo de material*

1. Características de los suelos	2. Canales poco profundos	3. Canales profundos
4. Roca en buenas condiciones Arcilla compactada o tierra	5. Vertical	6. 0.25 : 1
7. Con recubrimiento de concreto	8. 0.5 : 1	9. 1.0 : 1.0
10. Limoso - limoso	11. 1.0 : 1.0	12. 1.5 : 1.0
13. Limoso - arenoso	14. 1.5 : 1.0	15. 2.0 : 1.0
16. Arenas sueltas	17. 2.0 : 1.0	18. 3.0 : 1.0

### 2.5.2.16. Ancho de solera (b)

**Morales Uchofen, Walter** (2004), indica que resulta muy útil para cálculos posteriores fijar de antemano un valor para el ancho de solera, plantilla o base, con lo cual se puede manejar con facilidad las fórmulas para calcular el tirante. Está en función del caudal que transportara:

**Tabla 8**

*Ancho de solera en relacion con el caudal*

Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Solera b (m)
Menor de 0.100	0.30
Entre 0.100 y 0.200	0.50
Entre 0.200 y 0.400	0.75
Mayor a 0.400	1.00

Fuente: Ing° Walter Morales Uchofen, Infraestructura de Riego-Parte I, pág. 46

### 2.5.2.17. Tirante (y)

**Morales Uchofen, Walter** (2004), sostiene que el tirante de agua viene a ser la altura o profundidad que alcanzara el agua en la cuneta, su cálculo depende de varios factores como son: Área hidráulica, velocidad, Talud y base o plantilla. Una regla empírica generalmente usada en los Estados Unidos, establece el valor máximo de la profundidad de las cunetas de tierra según la relación:

$$y = \frac{1}{2} A^{1/2}$$

Donde:

y = Tirante Hidráulico en m.

A = Área de sección transversal en m<sup>2</sup>

Otras fuentes establecen:

$$y = \frac{b}{3}$$

Donde:

b = Ancho de solera o base en m.

También se puede usar la relación:

$$\frac{B}{y} - 2 \operatorname{Tg} \left( \frac{\theta}{2} \right)$$

### 2.5.2.18. Área Hidráulica (A)

**Morales Uchofen, Walter** (2004), Afirma que está conformada por la caja propia de la cuneta, y está relacionada con la forma que adopta la sección que puede ser circular, rectangular, trapezoidal, triangular, etc.

Siendo los más comunes las formas trapezoidales que se obtiene usándola relación geométrica:

$$A = (b + Zy)y$$

Una vez calculado el ancho de la solera, talud y el tirante, o la ecuación de continuidad:

$$A = Q/v$$

Donde:

$Q$  = Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

$Z$  = Talud

#### 2.5.2.19. Borde Libre (BL)

**Morales Uchofen, Walter** (2004), sostiene que en la determinación de la sección transversal de las cunetas, resulta siempre necesario dejar cierta altura entre la superficie libre del agua que corresponde al tirante normal y la corona de los bordes, con margen de seguridad, a fin de absorber los niveles de agua extraordinarios que puedan presentarse por encima del caudal de diseño de las cunetas; debido a efectos de sufrir el incremento de caudal por la caída de lluvias o incremento de la rugosidad ( $n$ ) con el correr de los años, así tenemos:

$$BL = H - y$$

En la práctica es conveniente dejar un borde libre o resguardo igual a 1/3 del tirante:

$$BL = \frac{1}{3} y$$

Existen también otros criterios prácticos para designar el valor del borde libre:

**Tabla 9**

*Borde libre en relacion al caudal*

Caudal $Q$ (m <sup>3</sup> /s)	Borde Libre (m)
Menor de 0.50	0.30
Mayores que 0.50	0.40

Fuente: Ing° Walter Morales Uchofen, Infraestructura de Riego-Parte I, pág. 46

En relación con el ancho de la solera se tiene.



**Tabla 10***Relacion borde libre con ancho de solera*

<b>Ancho de la solera (m)</b>	<b>Borde Libre (m)</b>
Hasta 0.80	0.40
De 0.80 a 1.50	0.50
De 1.50 a 3.00	0.60
De 3.00 a 20.00	1.00

Fuente: Ing. Walter Morales Uchofen, Infraestructura de Riego-Parte I, pág. 47

**2.5.2.20. Profundidad Total de Cunetas (H)**

**Morales Uchofen, Walter** (2004), indica que la profundidad total de la cuneta viene a ser la altura de la caja hidráulica y se encuentra una vez conocido el valor del tirante de agua y el borde libre, así tenemos:

$$H = y + BL$$

En forma práctica, para su construcción esta profundidad se suele redondear, asumiendo su variación al borde libre, de tal manera de obtener una medida que facilite el proceso constructivo.

**2.5.2.21. Revestimiento de cunetas**

**Morales Uchofen, Walter** (2004), sostiene que cuando el suelo es deleznable y la rasante de la cuneta es igual o mayor de 4%, esta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento.

El revestimiento puede además ser necesario para reducir la rugosidad de la cuneta y asegurar el escurrimiento del caudal en el caso de una pendiente longitudinal muy leve.

El revestimiento de las cunetas deben de satisfacer con los siguientes requerimientos:

- Disminuir las pérdidas por infiltración
- Protección contra la erosión
- Permite el flujo a mayor velocidad, permitiendo reducir la sección y por lo tanto más economía en su construcción.

- La capacidad de transporte de la cuneta es mayor, debido a un valor bajo del coeficiente de rugosidad.
- Evita el derrumbamiento de los taludes por humedecimiento.
- Evita el crecimiento de plantas acuáticas.
- Reduce considerablemente los costos por mantenimiento. Por lo tanto, un buen revestimiento debe de ser impermeable, resistente a la erosión, bajo costo de construcción y mantenimiento, resistente a acciones de agentes atmosféricos, plantas y animales.

### **Sistemas de drenaje urbano**

#### **2.5.2.22. Sistemas convencionales de drenaje.**

Según **Castro Fresno, Daniel** (2004), El funcionamiento de los sistemas de drenaje urbano convencional, es de sobra conocido, ya que es el que de forma generalizada se aplica en todas nuestras ciudades para la gestión de las aguas pluviales y residuales. A pesar de ser conocido por todos este funcionamiento, los problemas que conllevan estos sistemas tradicionales como consecuencia de su utilización generalizada, no son reconocidos como evidentes y tienen una menor difusión.

**Valle Álvarez**, (2004), menciona que el drenaje urbano actual presenta problemas que pueden ser clasificados en tres categorías: cantidad, calidad y servicio. Los problemas de cantidad son los más perceptibles por todos, ya que su incidencia es visible y notable en el momento en el que se producen; por ejemplo, las inundaciones localizadas. Por su parte los problemas derivados de la calidad de las aguas no son detectables a simple vista, y su perjuicio se manifiesta a medio o largo plazo por la pérdida de calidad medioambiental sufrida en los medios receptores, pudiendo alterar ecosistemas completos. Es cierto, que en la última década y motivado por la aplicación de la Directiva Marco del Agua, el esfuerzo realizado para el tratamiento de las aguas ha hecho que estos problemas se vean reducidos, aunque esto no haya significado la erradicación total del problema. Por último, el servicio dado a la ciudadanía se ve alterado por los dos problemas anteriormente mencionados, y que se manifiestan como un perjuicio en la prestación de servicios; es decir, afección al tráfico, daños materiales, pérdida de comodidad, desnaturalización del entorno, falta de estética, etc.

**Según Rodríguez. J** (2008), indica que uno de los problemas que más preocupa a nuestra sociedad en estos momentos es la disponibilidad de agua potable y la degradación de los ecosistemas. Instituciones de algunos de los países más avanzados del mundo vienen reconociendo en los últimos años los múltiples beneficios derivados de afrontar la gestión del agua lluvia desde una perspectiva alternativa a la convencional, tendiendo hacia un desarrollo sostenible. De este modo emergen con fuerza los Sistemas Urbanos de Drenajes Sostenibles, cuya filosofía consiste en reproducir, de la manera más fiel posible, el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o actuación humana. Su objetivo es mitigar tanto los problemas de cantidad como de calidad de las escorrentías urbanas, minimizando los impactos del desarrollo urbanístico y maximizando la integración paisajística y los valores sociales y ambientales de las actuaciones programadas.

### **Sistemas de Drenaje pluvial urbano**

**Wilfredo Carranza Guzmán** (1995), menciona que en un estudio hidrológico para una urbanización, se pretende determinar la avenida máxima que afectara el área de influencia, lo cual permitirá seleccionar la sección transversal a usar en los conductos del drenaje pluvial.

El sistema de desagüe pluvial, como parte fundamental de la estructura básica de toda urbanización debe diseñarse de tal forma que brinde protección a los habitantes de la misma.

Para que un análisis del drenaje de aguas lluvias corresponda realmente a los objetivos que se pretenden, como es una correcta evacuación de las aguas lluvias en las zonas urbanas, es necesario que el estudio considere todos los elementos que afectan a los sistemas de drenaje pluvial urbano, teniendo en cuenta sus repercusiones en los recursos naturales. Ello solo es posible con el uso adecuado de la información disponible de la zona a estudiar.

**Guillén, Nohelia** (2013), menciona que los drenajes están conformados por ciertos componentes tales como:

Drenaje superficial: abarca las posibilidades del escurrimiento desde donde cae la lluvia hasta donde se desagua en el sistema primario o en el sistema secundario.

Está constituido por:

- Canaletas, cunetas y similares.
- Calles y vías en general incluyendo modificación de pendientes y secciones.
- Superficie en general (techos, jardines, parques, áreas pavimentadas y naturales, etc.).

**Drenaje Primario:** está constituido por los cursos naturales y por los conductos y obras construidos para proteger la vida de personas y evitar daños a propiedades.

**Drenaje Secundario:** es el conjunto de obras construidas para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales sin perturbar indebidamente el tráfico de vehículos y personas; está constituido por:

- Colectores.
- Sumideros y estructuras especiales.
- Obras de almacenamiento.
- Obras de control de sedimentos y basura.
- Obras en pequeños cauces naturales.

### **Aspectos a considerar en el Diseño Sistemas de Drenaje Pluvial**

#### **2.5.2.23. A Tipos de sistemas a utilizar**

**Cabrera Ripiele, Ricardo A.** (1989), menciona que cuando las pendientes son pronunciadas, las aguas de lluvia que corren a través de las calles, adquieren grandes velocidades y por lo tanto fuerzas de erosión, lo que combinado a la suavidad de la capa superficial del suelo, provoca el deterioro de las calles.

#### **Sistema superficial**

El sistema superficial tiene la ventaja de un menor costo y mantenimiento fácil, puesto que cada vecino podría limpiar la parte que le corresponde. La desventaja consiste en la dificultad y riesgo de accidente que causa a los vecinos al cruzar la cuneta y la destrucción de banquetas y paredes al no haber mantenimiento, además se pueden de obtener anchos de cunetas muy grandes, ya que el área está dentro de las zonas con alto grado de precipitación y esto obstaculizaría el paso de las personas como el de vehículos

#### **2.5.2.24. Área de Drenaje**

**Wilfredo Carranza Guzmán** (1995), indica que el área de influencia está definida por la distribución de la escorrentía en función de la captación de flujo, así como las posibilidades de desalojo, por lo que se hace necesario determinar las direcciones superficiales de flujo. Así como también el sistema de colectores propuestos en el proyecto: definidos estos elementos y en base a ellos se puede definir las áreas de influencia del proyecto tomando como criterio que calle drena un área específica.

#### **2.5.2.25. Evaporación**

**Ing. José del C. Pizarro Baldera** (2013), indica que es el fenómeno mediante el cual el agua retenida en las hojas y el agua que existe en la superficie del suelo, se evaporan.

Es considerado como un fenómeno puramente físico, es el paso del agua al estado de vapor, sin embargo hay otra evaporación, la provocada por la actividad de las plantas y que recibe el nombre de transpiración.

En muchas localidades existen zonas de suelos húmedos en las que la capa freática se halla muy próxima a la superficie, en estos casos, la evaporación del suelo es casi igual a la de una superficie libre de agua, mientras que con niveles freáticos más profundos, la evaporación disminuye hasta anularse, cuando la humedad no llega a alcanzar la superficie del suelo por la acción de la capilaridad.

Existen factores que intervienen en la evaporación, pero los principales son los meteorológicos: radiación solar, temperatura del aire, la presión de vapor, el viento y en menor grado la presión atmosférica y características de la superficie evaporante como son:

- Tamaño de la superficie.
- Estado del área vecina a tal superficie.
- Salinidad del agua.
- Composición y textura del suelo.

Estos factores influyen en la mayor o menor evaporación, debido a que la radiación solar es el factor más importante.

## **Consideraciones hidráulicas en el sistema de drenaje de zonas urbanas.**

### **2.5.2.26. Estudio hidrológico**

**Manual De Hidrología, Hidráulica Y Drenaje (2008)**, Menciona que la hidrología es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

Los estudios hidrológicos son fundamentales para: El diseño de obras hidráulicas, para efectuar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos que representan el comportamiento de toda la cuenca en estudio.

**Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Drenaje Sanitario y drenaje Pluvial (2011)**, la hidrología es utilizada principalmente en relación con el diseño y construcción de estructuras hidráulicas. Para la determinación de caudales máximos que se pueden esperar en un vertedor, en una alcantarilla de un sistema de drenaje urbano. La capacidad que se requiere para asegurar el suministro adecuado de agua para una zona de riego o para el abastecimiento de una ciudad. El efecto que producen los embalses y otras obras de control sobre las avenidas. El agua que puede bombearse sin sobre explotar un acuífero.

**Cabrera Ripiele, Ricardo A. (1989)**, indica que el estudio hidrológico básico para una cuenca en estudio, hasta calcular el caudal máximo en un punto dado, este caudal varía dependiendo de cuál sea el fin del estudio hidrológico, tomando en cuenta la importancia de la obra.

### **2.5.2.27. Orientación del flujo**

**Norma Técnica O.S. 060 (2006)**, menciona que en el diseño de pistas se deberá prever pendientes longitudinales y transversales a fin de facilitar la concentración del agua que incide sobre el pavimento hacia los externos o bordes de la calzada. Las pendientes a considerar son: Pendiente Longitudinal ( $S_j > 0,501$ ). Pendiente Transversal ( $S_t$ ) de 2% a 4%.

#### **2.5.2.28. Captación y Transporte de aguas Pluviales de calzada y aceras.**

**Norma Técnica O.S. 060** (2006), indica que la evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas, las que conducen el flujo hacia las zonas bajas donde los sumideros captarán el agua para conduciría en dirección a las alcantarillas pluviales de la ciudad.

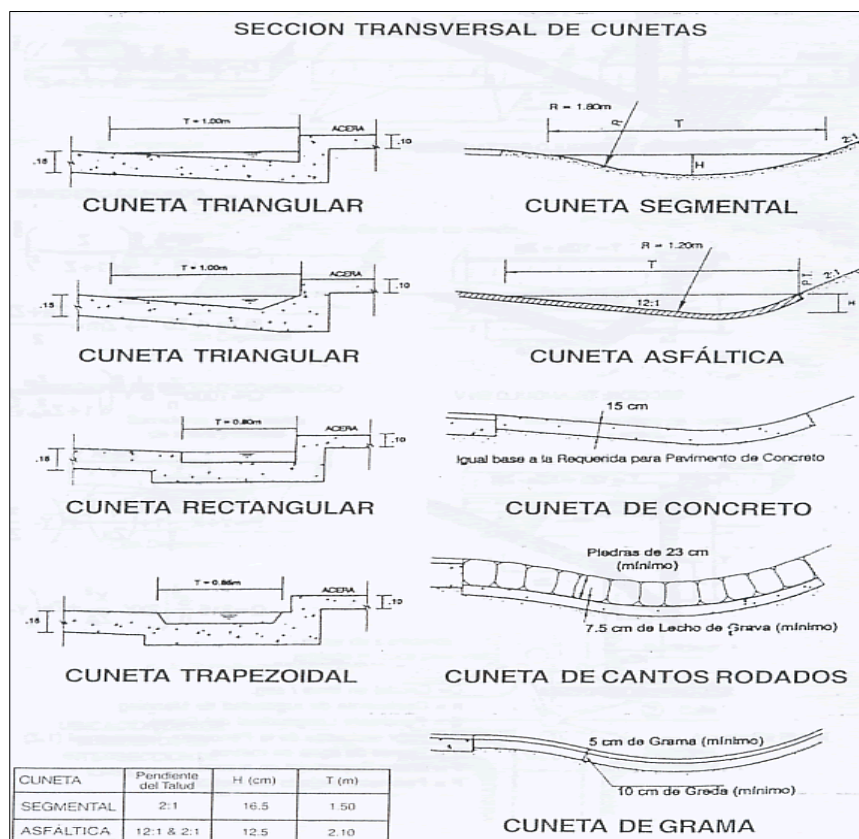
Las cunetas construidas para este fin podrán tener las siguientes secciones transversales (ver Fig.1)

- Sección Circular
- Sección Triangular
- Sección Trapezoidal Sección
- Compuesta Sección en V.
- Determinación de la capacidad de la cuneta

La capacidad de las cunetas depende de su sección transversal, pendiente y rugosidad de materia con que se construyan.

La capacidad de conducción se hará en general utilizando la Ecuación de Manning.

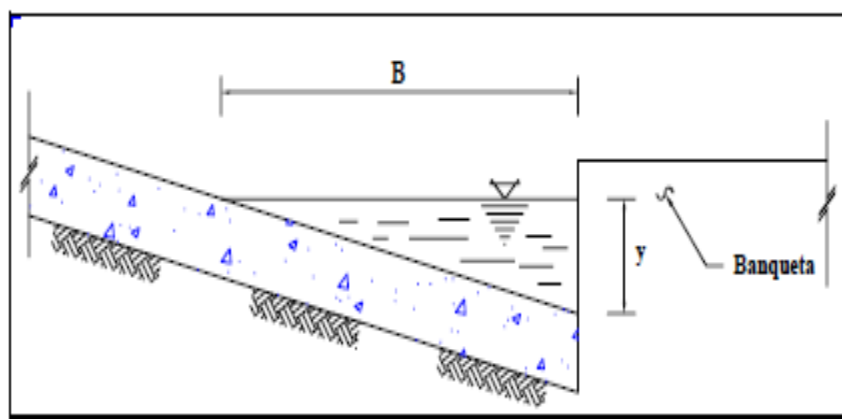
La sección transversal de las cunetas generalmente tiene una forma de triángulo rectángulo con el sardinel portando el lado vertical del triángulo. La hipotenusa puede ser parte de la pendiente recta desde la corona del pavimento y puede ser compuesta de dos líneas rectas.



**Grafica 9:** Sección Transversal de Cunetas Figura

### 2.5.2.29. Flujo en cunetas

**Manual de agua potable, alcantarillado** (2007), indica que las cunetas son pequeños canales cuyo trazo es paralelo al eje del camino. Se ubican a los lados del camino y permiten captar y conducir el agua que fluye sobre el camino hacia las orillas del mismo (debido al bombeo o ligera pendiente que existe desde el centro y hacia los lados del camino). En la siguiente figura se muestra una sección transversal (con escala vertical exagerada) de una cuneta típica, mostrada a partir del centro de la calle (eje de la calle)



**Gráfica 10:** Sección transversal típica de una cuneta en una calle



### 2.5.2.30. Estructura de Drenaje Pluvial en caminos.

**Manual de agua potable, alcantarillado (2007)**, menciona que las estructuras de captación y conducción empleadas en el diseño y construcción de alcantarillados pluviales se desarrollaron a partir del mejoramiento del drenaje pluvial en caminos. Por ello, conviene tratar desde el punto de vista hidráulico algunas de las estructuras originales utilizadas en el drenaje en caminos.

El drenaje en caminos se compone de estructuras superficiales y subterráneas, que se clasifican según la posición que tienen con respecto al eje del camino. Así, se tienen estructuras de drenaje longitudinal y transversal.

El drenaje longitudinal tiene un trazo paralelo al eje del camino y tiene como objetivo captar los escurrimientos que fluyen hacia o desde el camino en forma transversal al mismo. Entre las estructuras que forman este tipo de drenaje se encuentran: cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento.

El drenaje transversal por su parte, da cauce al agua que cae sobre la corona del camino, así como a aquellas corrientes **Ciclo del PDCA**

### 2.5.3 Marco Conceptual: Terminología Básica

Para obtener una interpretación uniforme de la Investigación presento un vocabulario en el que figuran términos que pueden tener varias acepciones en el lenguaje común, con el fin de que sean entendidos de acuerdo con la definición que se expone.

- a) **Red de drenaje pluvial.-** es un sistema de tuberías, coladeras e instalaciones complementarias que permite el rápido desalojo de las aguas de lluvia para evitar posibles molestias, e incluso daños materiales y humanos debido a su acumulación o al escurrimiento superficial generado por la lluvia.
- b) **Drenaje urbano.-** Drenaje de poblados y ciudades siguiendo criterios urbanísticos.
- c) **Duración de la lluvia.-** Es el intervalo de tiempo que media entre el principio y el final de la lluvia y se expresa en minutos.

- d) **Intensidad de la lluvia.-** Es el caudal de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hora) y también en litros por segundo por hectárea (lts / Ha).
- e) **Hidrología Urbana.-** Es la disciplina científica del medio ambiente que tiene por objeto el estudio del agua y de sus relaciones entre el manejo de las aguas de superficie y el desarrollo del espacio en medio urbano. La hidrología urbana está estrechamente ligada a una técnica urbana en particular, al drenaje.
- f) **Tiempo de concentración.-** Es definido como el tiempo requerido para que una gota de agua caída en el extremo más alejado de la cuenca, fluya hasta los primeros sumideros y de allí a través de los conductos hasta el punto considerado.
- g) **Caudal.-** Es el volumen de líquido que circula a través de una tubería, en una unidad de tiempo determinado.
- h) **Pendiente longitudinal.-** Es la inclinación que tiene el conducto con respecto a su eje longitudinal.
- i) **Rasante.-** Nivel de fondo terminado de un conducto del sistema de drenaje.
- j) **Revestimiento.-** Recubrimiento de espesor variable que se coloca en la superficie interior de un conducto para resistir la acción abrasiva de los materiales sólidos arrastrados por el agua y/o neutralizar las acciones químicas de los ácidos y grasas que pueden contener los desechos acarreados por el agua.
- k) **Alcantarillado Pluvial.-** Un sistema de alcantarillado de aguas lluvias es una red de tuberías utilizada para conducir la escorrentía de una tormenta a través de una ciudad.

#### 2.5.4 Marco Histórico.

### 2.6 Hipótesis a demostrar

El problema formulado nos lleva a plantearnos la siguiente hipótesis:

La propuesta del diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano mejora la calidad de vida de la población que habita el área de influencia de la urbanización popular “La Unión” Distrito de Soritor, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1 Materiales**

##### **3.1.1 Recursos Humanos**

- 02 Tesista Investigador
- 01 Asesor Docente de la F.I.C.A
- 01 Personal Auxiliar de campo

##### **3.1.2 Recursos Materiales**

- Software (Microsoft Office, entre otros).
- Software (Auto cad 2018, Civil 3D, HCANALES, S10, Microsoft Project, etc.).
- Materiales de almacenamiento de datos (USB, CD) cartuchos de tinta para impresora, papel bond A4, lapiceros y otros.
- Textos especializados referentes al tema contemplado en el Marco Teórico, apuntes de clases de los Ciclos Académicos en la UNSM-T.
- Material y útiles de oficina
- Planos de detalle de la zona en contingencia.
- Movilidad y viáticos.

##### **3.1.3 Recursos de equipos**

- Laptop para la digitación, cálculo y diseño de la investigación.
- Cámara fotográfica.
- Impresora, para la impresión del Informe Final de Tesis.
- Plotter para la impresión de planos topográficos.

##### **3.1.4 Otros recursos**

- Viáticos
- Vehículo
- Combustible
- Fotocopias
- Internet

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Universo, Muestra, Población**

#### **3.2.1.1 Universo**

Distrito de Soritor

#### **3.2.1.2 Población**

Como población se consideró la información del Distrito de Soritor principalmente del sector la Unión.

#### **3.2.1.3 Muestra**

Urbanización popular “La Unión”.

### **3.2.2 Sistema de Variables**

Las variables respecto al tipo y nivel de la presente investigación son las siguientes:

#### **3.2.2.1 Variable independiente**

Propuesta del diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano.

#### **3.2.2.2 Variable dependiente**

Mejoramiento en la Infraestructura del sistema de alcantarillado pluvial urbano de la urbanización popular “La Unión” de la localidad de Soritor, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

#### **3.2.2.3 Variables Intervinientes**

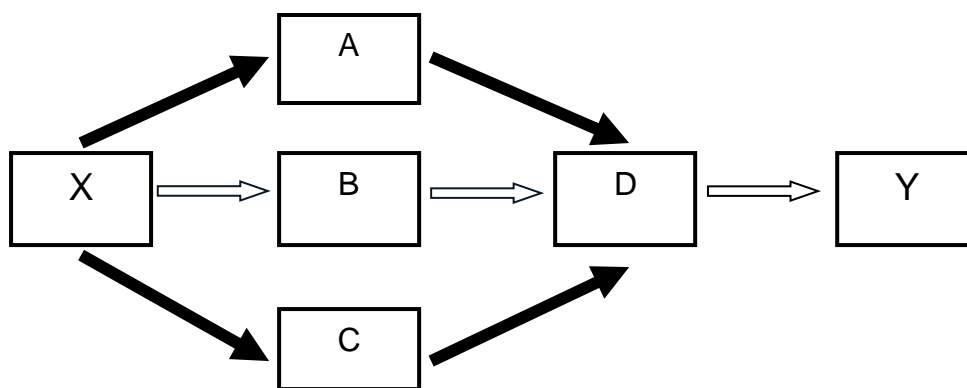
- Manejo adecuado de la seguridad vial
- Manejo adecuado de Reglamentos.
- Seguridad vial mediante información vertical y horizontal.

### **3.2.3 Diseño Experimental de la Investigación**

“Investigación Descriptivo – Aplicativa”; nivel: básico.

La presente investigación se realizará en campo y en Gabinete.

El diseño del Método de Investigación es el siguiente:



**X: Propuesta de diseño hidráulico de drenaje pluvial.**

**A:** identificar los problemas que ocurren en este determinado lugar, que en este caso son originados por ciertos factores climáticos como son las precipitaciones, la cual ocasionan cierto malestar en los pobladores de la urbanización popular “La Unión”, Distrito de Soritor.

**B:** Efectuar un estudio Topográfico, con el objetivo de conocer puntos clave en la longitud de las calles y el perfil longitudinal del eje de la sección transversal más satisfactoria y asimismo nos muestra el relieve uniforme o quebrado del suelo a lo largo del eje de la sección transversal diseñada, según esto se determinará la pendiente.

**C:** Indagación y recopilación de información acerca del proyecto a realiza, la cual que contribuye en el mejoramiento del problema

**D:** con los debidos estudios de ingeniería (topográficos, hidráulicos,) y con la búsqueda de la información (referencias bibliográficas, entrevistas), nos permitirá por optar a mejorar las calles del asentamiento humano buena vista, mediante la propuesta de diseño hidráulico y estructural de Drenaje pluvial.

**Y: Mejoramiento del sistema de alcantarillado pluvial urbano para una buena imagen urbana en la urbanización popular “La Unión”, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.**

### 3.2.4 Diseño de Instrumentos.

Con la finalidad de brindar el soporte científico, técnico y tecnológico a esta investigación se ha procedido a efectuar lo siguiente:

### **3.2.4.1 Técnicas.**

Para la investigación de campo y gabinete se utilizaron las técnicas de observación, desarrollo de estudios básicos y procesamiento de datos. En el campo se recopiló información en la zona de estudio, con la finalidad de realizar el diagnóstico de la situación y problemática existente.

Para la investigación documental utilicé: textos, libros y revistas de la Biblioteca Especializada de la FIC-UNSM, libros y revistas especializadas particulares y también se hará uso de la biblioteca virtual (INTERNET) y normatividad y Reglamentos. Existen normas, manejo de costos, diseño de rutas en la obra, control de accidentes, facilidad de tráfico, evitar emergencias, seguridad vial.

### **3.2.4.2 Instrumentos**

#### **3.2.4.2.1 Instrumentos Bibliográficos**

Se hizo uso de los libros y revistas que traten del tema en forma general y también de aquellos textos y revistas que tocan el tema en forma puntual.

### **3.2.5 Procesamiento de Información**

Se obtendrán información teórica referente al tema en estudio

- . • Se procederá a organizar la información según lo establecido por el reglamento de la UNSM-T.
- Comprendió la evaluación y análisis de la información siguiente: —
  - ✓ Datos de Precipitaciones Máximas en 24 Horas de la Estación Meteorológica SORITOR (1999-2018).
  - ✓ Mapa Físico del Catastro Urbano del Distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín en versión digital.
  - ✓ Plano de levantamiento topográfico a escala 1:1000 de la zona de emplazamiento de las posibles obras del proyecto.

### **3.2.6 Análisis e interpretación de datos y resultados.**

El método empleado para el estudio socio económico consistió en recurrir a fuentes existentes (INEI) sobre la población beneficiaria, tipos de viviendas, existencia de servicios educativos, de salud y otros en la zona, elaborando cuadros respectivos.

Para el estudio hidrológico se utilizó el método de la formula racional, para la determinación de caudales (método directo o de aforo).

La hidráulica nos proporciona los principios básicos para el diseño y utilizaremos algunos de estos principios y algunas consideraciones prácticas.

Se diseñará secciones Rectangulares y triangulares de concreto armado y revestimiento de concreto que son las más usadas en el diseño del drenaje pluvial de calles.

### **3.2.7 Información del proyecto.**

#### **3.2.7.1 Información del proyecto.**

##### **3.2.7.1.1 Generalidades**

El sistema de drenaje pluvial se diseñara para dar salida en forma eficaz y económica a toda el agua que fluye por la superficie de la vía además de evacuar el agua de las zonas adyacentes de las viviendas.

##### **3.2.7.1.2 Obras de drenaje.**

#### **Trabajo de campo.**

Consistió en efectuar un recorrido del área de influencia del Proyecto, en la urbanización LA UNION, Distrito de Soritor con la finalidad de observar y evaluar las características topográficas, relieve y aspectos hidrológicos de los cauces naturales y artificiales, así como la identificación y ubicación de estructuras hidráulicas existentes, tales como: cunetas, alcantarillas longitudinales, obras de toma, etc., así como tener una idea preliminar de las futuras obras que serán necesarias para el drenaje de las vías proyectadas.

El reconocimiento de campo ha permitido tener una apreciación de la situación actual de las características hidrológicas y de drenaje de las calles, avenidas y jirones antes mencionadas, los cuales constituyen el área de drenaje total del Proyecto.

#### **Trabajo de gabinete.**

El trabajo de gabinete ha consistido en el analizar, procesar y obtener resultados a partir de los datos e información recopilada; llegándose en última instancia a estimar los caudales

máximos de escorrentía superficial, con lo cual se realizarán los diseños de las diferentes obras hidráulicas que requiere la vía para su operación en cualquier etapa del año, tales como: alcantarillas longitudinales, Alcantarillas de cruce, Cunetas, etc.

Así mismo, la información obtenida en los cálculos hidrológicos, e hidráulicos, se contrastará con la información obtenida en campo, realizadas en base a las mediciones de las estructuras existentes, lo que nos permitirá evaluar si las estructuras tienen el diseño adecuado para absolver las solicitudes hidráulica de los drenes colectores y secundarios en época de grandes precipitaciones pluviales.

Esto también nos permitirá aplicar con mejor criterio los valores de los caudales calculados, para el diseño de las nuevas estructuras, logrando con ello que las estructuras de drenaje total de la vía materia del estudio funcionen correctamente a lo largo de su vida útil, si es que existen las condiciones de mantenimiento periódico que se requiere para este tipo de obras.

De la información obtenida en campo se ha podido establecer que el agua de escorrentía existente en el área de estudio, proviene exclusivamente de las precipitaciones pluviales caídas en la ciudad de Soritor.

### **3.2.7.1.2 Estudios preliminares.**

#### **3.2.7.1.2.1 Topografía.**

En el Mapa Físico del Catastro Urbano del Ditrito de Soritor, Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín se ha delimitado el area a intervenir (Urbanizacion la UNION), efectuado en base a la verificación en campo y de la topografía del terreno, del sentido de los flujos de cada calle que conforma el sistema, con lo que se obtuvo las áreas colectoras de influencia de cada una de ellas. Así mismo, en el levantamiento topográfico realizado al área de influencia del proyecto, se contempla la ubicación precisa de cada una de las calles y sentido de flujo.

Previamente se realizó el reconocimiento del terreno, etapa en la cual se investiga, razona y deduce el método más apropiado para llevar a cabo de una manera óptima el trabajo de campo, que consistió en lo siguiente:



- a. El levantamiento topográfico se realizó con una Estación Total marca TOPCON, Modelo ES-105, en el área del proyecto, partiendo de los BM'S y vértices de la poligonal de apoyo obteniendo los puntos topográficos, ubicación de las viviendas, linderos de predios o parcelas, calles, accesos, postes de luz teléfono, cunetas y alcantarillas existentes buzones y otros.
- b. En el levantamiento topográfico se han registrado 10381 puntos topográficos y se han establecido 30 Puntos de control Horizontal y Vertical (BM's) que corresponden a la poligonal de apoyo y que se encuentran ubicados dentro del área del proyecto, estos BM's se han ubicado en estructuras existente de concreto cuyas coordenadas se muestra en el cuadro Anexo N°01:
- c. En la fase de gabinete, que consiste en el Procesamiento de los datos y la digitalización de los planos, se ha empleado el programa AUTODESK CIVIL 3D y AUTOCAD 2017, obteniendo los planos de planta georreferenciado a curvas de nivel con una equidistancia de 0.50 m curvas secundarias y 2.00 m curvas principales y en una escala 1/1750, se observa los BM's, los predios comprendidos en el proyecto, los caminos, infraestructura existente y todo lo solicitado en los términos de referencia.

#### **3.2.7.1.2.2 Area de Drenaje.**

En la zona de influencia del proyecto materia del presente estudio, el dren principal lo constituye el de la avenida circunvalacion, el cual recibe las aguas de las áreas de drenaje de las calles y jirones casi en su totalidad.

Para lo cual se debe tener en cuenta las características geomorfológicas de las cuencas las cuales se indican el cuadro N°5 de resultados.

#### **3.2.7.2 Análisis Hidrológico.**

Con la información obtenida de la oficina de estadística e informática del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), se ha procedido a efectuar el cálculo de la lluvia y escorrentías máximas a fin de determinar la capacidad de las estructuras hidráulicas a construirse, teniendo en consideración su período de vida útil asignada, así como los aspectos técnicos y económicos.

El análisis estadístico de la serie de datos de precipitación obtenida, se basa en las posibilidades de excedencia o no excedencia de las frecuencias de lluvia según los

métodos de distribución de valores extremos como son: Gumbell, Normal, Gamma, Log Normal, y el de Logaritmos Pearson Tipo III, para calcular precipitaciones para periodos de retorno de 02, 05, 10, 20, 50 y 100 años, ya que con estas precipitaciones se procedió oportunamente a la transformación de dicha lluvia en volumen de escorrentía.

**Tabla 24**

*Estacion pluviometrica*

ESTACION	UBICACIÓN		REGION	PROVINCIA	DISTRITO	ALTITUD	TIPO
	LATITUD	LONGITUD					
<b>SORITOR</b>	06°8'43"	77°5'41"	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	SORITOR	890	CO

### 3.2.7.2.1 Precipitación máxima diaria

Los datos empleados, corresponden a los valores de precipitaciones máximas en 24 horas registradas; estos datos se presentan a continuación para un periodo de 19 años (Enero de 2000 a Noviembre del 2019).

**Serie historica de precipitaciones maximas en 24 horas Estacion Soritor**

N°	AÑO	PRECIPITACION MAX EN 24 HORAS mm
1	2000	103
2	2001	70.4
3	2002	88.3
4	2003	134.7
5	2004	80.8
6	2005	78.5
7	2006	72.2
8	2007	53.8
9	2008	102
10	2009	51.3
11	2010	70.3
12	2011	84
13	2012	130.6
14	2013	67
15	2014	61
16	2015	70.2
17	2016	71.4
18	2017	74.8
19	2018	120.4
20	2019	36.4

Fuente: SENAMHI

### **3.2.7.2.2 Prueba de ajuste de la serie de datos pluviométricos**

Luego de realizar las pruebas de ajuste correspondientes, teniendo en cuenta los valores de la tabla N°08 del ítem 2.5.2.6, para distribuciones (Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel) de la estación Tarapoto. En el Anexo N°04 se muestra los cálculos de la Prueba Kolgomorov-Smirnov para las diferentes distribuciones, respecto de lo cual se tiene los resultados indicados en el cuadro N°07 de resultados.

### **3.2.7.2.3 Calculo de las precipitaciones máximas en 24 horas.**

Para el cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas, se han utilizados los datos de las precipitaciones máximas de la serie de 20 años (2000 – 2019), haciéndose el análisis estadístico de frecuencias referidos a las máximas diarias, la cual tiene por finalidad, estimar las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, que pueden ser discretos o continuos.

Los métodos probabilísticos que mejor se ajustan a los valores extremos máximos para las distribuciones y que son más usadas en estudios hidrológicos, son los siguientes:

Distribución Normal.

Distribución Log Normal.

Distribución Log Pearson III.

Distribución Extrema Tipo I- Gumbel.

En los Anexos N°05, se presenta el análisis estadístico para las distribuciones antes indicadas, para la estación Tarapoto, para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años respectivamente.

De acuerdo a lo cual, como resumen general se tiene el cuadro N°08 de resultados.

### **3.2.7.2.4 Tiempo de concentración.**

De Acuerdo a la formula (F.6) y valores de la tabla N°05 del ítem 2.5.2.5.5 recomendadas por los manuales del MTC y el la Norma 060 del RNE, se tiene el cálculo de

los tiempos de concentración para cada sub cuenca los cuales están expresados en el **cuadro 11 de resultados**.

La Norma OS -060 del RNE establece que la intensidad de la lluvia de diseño para un determinado punto del sistema de drenaje es la intensidad promedio de una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración del área que se drena hasta ese punto, y cuyo periodo de retorno es igual al diseño de la obra de drenaje.

Es decir, en aplicación de la curva I-D-F de la zona, se usa una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, y para la frecuencia igual al recíproco del periodo de retorno del diseño de la obra de drenaje.

En ese contexto, con el tiempo de concentración calculado y aplicando la ecuación de Intensidad Máxima, encontramos las intensidades máximas para cada una de nuestras cuencas, para diferentes periodos de retorno, de acuerdo a lo mostrado en el **cuadro N°12 de resultados**.

#### **3.2.7.2.5 Periodo de retorno.**

Teniendo en consideración el Tabla N°06 especificado en el ítem 2.5.2.5.6

Así mismo, la Norma OS -060 del RNE, establece que periodo de retorno en el sistema de drenaje urbano menor debe ser diseñado entre 2 y 10 años mientras que para el sistema mayor no debe ser menor de 25 años.

En ese contexto, se utilizará un periodo de retorno **T = 25 años**, para el diseño de las obras hidráulicas de los sistemas de drenaje de la urbanización LA UNION (drenes colectores principales) de la ciudad de Soritor y un periodo de retorno **T = 10 años**, para los sistemas de drenajes secundarios o alimentadores (cunetas).

#### **3.2.7.2.6 Caudales Máximos de Diseño.**

La Avenida de Diseño es el caudal que se escoge, mediante diversas consideraciones, para dimensionar un proyecto (o una parte de él). Para su determinación se usa la información básica proporcionada por el estudio hidrológico (Estimación de Caudales) y se incorporan los conceptos correspondientes a riesgo, vulnerabilidad, importancia y costo de obra y muchos otros más. En nuestro país, existe escasez de datos, por lo que juegan un papel muy importante la experiencia y el buen tino del ingeniero proyectista para escoger

la Avenida de Diseño. Dentro de los criterios para la selección de los valores posibles están los relativos al máximo nivel alcanzado por el agua, la capacidad del encauzamiento, si fuese el caso las máximas socavaciones y muchas otras más.

Así mismo, la Norma OS - 060 del RNE, drenaje Pluvial Urbano del RNE, establece que los caudales de diseño para los sistemas de drenaje menor urbanos, deben ser calculados por el Método Racional, si el área de la cuenca es igual o menor a 13 km<sup>2</sup>. Y por método de Hidrograma Unitario o modelos de simulación para área de cuencas mayores.

#### **3.2.7.2.7 Método Racional.**

Supone que la máxima variación del gasto correspondiente a una lluvia de cierta intensidad sobre el área, es producida por la lluvia que se mantiene por un tiempo igual al que tarda el gasto máximo en llegar al punto de observación considerado. Teóricamente este periodo es el Tiempo de Concentración.

Según ello, una avenida, en una cuenca natural, es proporcional a la intensidad de precipitación (I), según su tiempo de concentración  $T_c$ , al área de drenaje (A) y al coeficiente de escorrentía (C).

Para efectos de la aplicabilidad de la fórmula F.9 el coeficiente de escorrentía "C" y las intensidades varían de acuerdo a las características geomorfológicas de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca.

En la tabla 7 del ítem 2.5.2.5.7, se establecen valores para el coeficiente de escorrentía para ser utilizados en el método Racional de acuerdo a las características de la superficie y periodo de retorno adoptado.

En ese contexto, habiéndose determinado las áreas tributarias de las sub cuencas del área de estudio así como sus características físicas, y conociendo los datos de Intensidad y tiempo de concentración calculados para cada cuenca en particular, para cada periodo de retorno establecido, aplicando el Método Racional, se han calculado las máximas descargas que discurrirán por los cauces de los sistemas de drenaje estudiados; a partir de lo cual, y demás datos necesarios obtenidos en el presente estudio, se efectuarán el diseño hidráulico de las obra obras de drenaje correspondientes.

En los cuadros del anexo 7, se presentan los cálculos de los caudales que discurrirán por las diferentes calles del estudio.

### **3.2.7.3 Consideraciones para el diseño de las estructuras de drenaje.**

#### **3.2.7.3.1 Coeficiente de rugosidad.**

Los valores del coeficiente de rugosidad  $n$ , se presentan en los manuales del MTC y de la norma OS -060 RNE, de lo cual para nuestras alcantarillas que serán de concreto armado, con acabado sin pulir, solo a nivel de encofrado cara vista solaqueado, el valor de  $n$  se considera en 0.016.

#### **3.2.7.3.1 Velocidades.**

El parámetro de velocidad, se verificará según la tabla N°16 del ítem (2.5.2.13 g.) debido a la pendiente del terreno, algunos tramos presentarán velocidades un poco mayores a las indicadas, para lo cual se reforzará la calidad y resistencia del concreto.

Así mismo se verificará que las velocidades mínimas del flujo dentro del conducto no produzca sedimentación que pueda incidir en una reducción de su capacidad hidráulica, para lo cual se tendrá que la Velocidad mínima sea igual a 0.60 m/seg.

#### **3.2.7.3.2 Material sólido de arrastre.**

Los desechos de construcción, maleza recortada y hasta desperdicios son arrojados por los pobladores a los cauces de los drenes y alcantarillas existentes los mismos que en época de lluvias son arrastrados por la corriente aguas abajo; estos elementos son muy perjudiciales si se acumulan en la alcantarilla o el dren e inciden en su comportamiento hidráulico. No solamente afecta a la alcantarilla, también afecta las zonas aledañas de las vías, como casas veredas, etc.

La realidad es que los programas de mantenimiento son casi nulos, es por ello muchas veces los diseños de las estructuras hidráulicas deben plantear de modo mínimo la alternativa de dejar pasar los sólidos, desperdicios y otros elementos

particulares, para cada periodo de retorno establecido, aplicando el Método Racional, se han calculado las máximas descargas que discurrirán por los cauces de los sistemas de drenaje estudiados; a partir de lo cual, y demás datos necesarios obtenidos en el presente estudio, se efectuarán el diseño hidráulico de las obras de drenaje correspondientes.

### **3.2.7.3.3 Borde libre.**

El borde libre en alcantarillas, cunetas y canales, es un parámetro muy importante a tomar en cuenta durante su diseño hidráulico, por ello, las obras de drenaje no deben ser diseñadas para trabajar a sección llena, ya que esto incrementa su riesgo de obstrucción, afectando su capacidad hidráulica y más aun teniendo como constante el tema de la basura depositada en los cauces. En consecuencia se ha tomado la recomendación de que el diseño hidráulico de las obras de drenaje del presente proyecto, considere como borde libre, mínimo el 25 % de la altura de la estructura.

### **3.2.7.3.4 Socavación local a la salida de la alcantarilla.**

Como las obras hidráulicas son continuas, no habrá problemas de socavación local a la salida de las obras de drenaje.

### **3.2.7.3.5 Cálculo de Caudales de Diseño de Cada Dren.**

De acuerdo al área de drenaje y sus particularidades (techo, pista o área verde) y teniendo en consideración los valores de las intensidades máximas calculadas según los indicado en el numeral 3.2.7.4.1, se procedió a efectuar el cálculo de los caudales de diseño que discurrirán sobre los diferentes calles de la urbanización la UNION materia de nuestro proyecto, los mismos que son presentados en los cuadros N°13 al N°17 de resultados.

### **3.2.7.3.6 Cálculo de Pendientes de diseño.**

En los literales a) a la d) del Anexo N°09, se muestra el cálculo de las pendientes de los tramos en tangente que servirá para el diseño hidráulico de las estructuras de drenaje proyectados. Las mismas que están expresadas en los cuadros N°22 al N°35 de Resultados.

### **3.2.7.4 Diseño Hidráulico de las estructuras de Drenaje.**

Teniendo en consideración lo indicado en las premisas de diseño, caudales de diseño, pendientes de diseño y el planteamiento hidráulico del sistema de drenaje adoptado, se ha realizado el diseño hidráulico de las estructuras de drenaje del sistema, drenes principales,

Drenes Secundarios o Laterales, los mismos que son presentados en los cuadros N°36 al N°50 de Resultados y cuyo cálculo se encuentra indicado en los literales a), b), c) y d) del anexo 10 cuadros.

### **3.2.7.5 Diseño estructural.**

#### **3.2.7.5.1 Criterios de Diseño Estructural.**

##### **3.2.7.5.1.1 Hipótesis de Análisis.**

Para el análisis estructural se ha utilizado hojas de cálculo. Las estructuras se fundarán en suelos arcillosos.

En el análisis se supuso comportamiento lineal y elástico. Los elementos de concreto se representaron con elementos lineales. El modelo se analizó considerando sólo los elementos estructurales, sin embargo, los elementos no estructurales han sido ingresados como solicitaciones de carga debido a que aquellos no son importantes en la contribución de la rigidez y resistencia de las estructuras proyectadas.

##### **3.2.7.5.1.2 Normas aplicables.**

Se desarrolló el diseño Teniendo en cuenta las siguientes normas:

Norma O.S 060 Drenaje Urbano RNE.

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - MTC (2003)

AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO

##### **3.2.7.5.1.2 Estudio de Mecánica de suelos.**

Para el diseño de las estructuras (alcantarillas marco de concreto armado) se consideró los resultados obtenidos en el Estudio de Mecánica de Suelos, siendo las condiciones generales de cimentación las presentadas en el cuadro N°52 de resultados.



### 3.2.7.5.1.3 Parámetros de diseño.

Para efectos del análisis realizado a las alcantarillas se han adoptado para los elementos estructurales los valores indicados a continuación:

Concreto armado :  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ( $E = 217\,370.6 \text{ kg/cm}^2$ )

Acero de refuerzo G-60 :  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  ( $E = 2'000,000 \text{ kg/cm}^2$ )

#### 3.2.7.5.1.3.1 Cargas.

Se han considerado diversos tipos de cargas, entre ellos: Carga Muerta (DC), Presión de Tierra Horizontal (EH), Carga Superficial en el Terreno (ES), Carga de Superficie de Desgaste (DW), Carga Viva Vehicular (LL), etc.

##### **Cargas Muertas (DC):**

Los pesos de los elementos no estructurales se estimaron a partir de sus dimensiones reales con su correspondiente peso específico. A continuación se detallan las cargas muertas consideradas en el análisis:

##### Concreto:

Peso propio :  $P_{e\text{C}^\circ\text{A}^\circ} = 2400 \text{ kg/m}^3$

##### **Cargas Vivas (LL):**

Corresponde a la carga de los camiones de diseño, el cual se ha determinado

siguiendo los procedimientos que indica el “Manual de Diseño de Puentes” (MTC,

2003), y corresponde al HL-93, cuya distribución de cargas se tomó tal cual están indicadas en el ítem 2.5.2.15.1.5.

##### **Empuje de Suelos (E):**

Para el desafío de las estructuras de retención de tierras, se considerara los siguientes valores expresados en el cuadro N°53 de resultados.

### Cargas Sísmica (S)

No se aplica. El Manual de “Manual de Diseño de Puentes”, especifica que no se considerará las acciones sísmicas en alcantarillas y estructuras totalmente enterradas.

#### 3.2.7.5.1.3.2 Combinaciones de carga.

El diseño de los elementos estructurales se basó en el procedimiento de cargas factorizadas conforme a la norma:

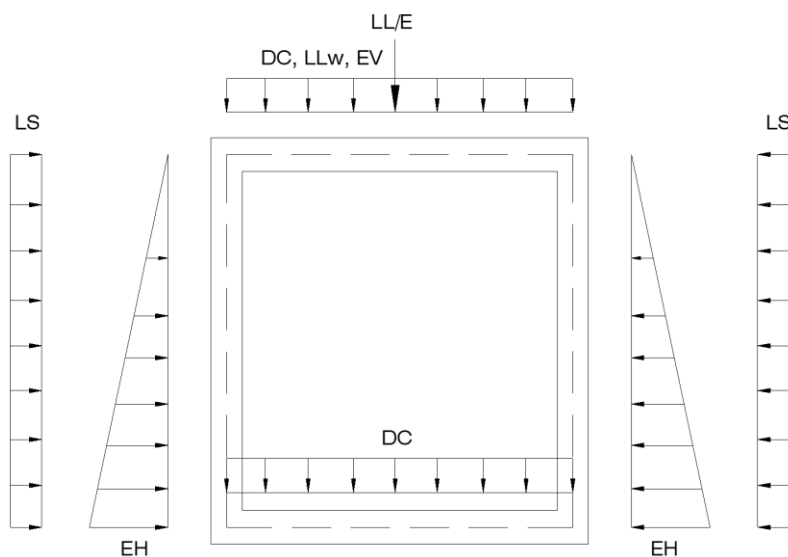
Las combinaciones de carga analizadas fueron las siguientes expresadas en el cuadro 54 de resultados

#### 3.2.7.5.1.4 Combinaciones de carga.

Las estructuras a diseñar tienen las siguientes dimensiones indicadas en el cuadro 55 de resultados:

El análisis y diseño de las estructuras se ha realizado para el estado de carga desfavorable, es decir, bajo el supuesto que las estructuras se encuentran vacías.

Se ha considerado además del peso de los elementos estructurales y no estructurales, la presión y peso del terreno, presión y peso de agua, carga viva vehicular. El diagrama de cargas se presenta en la Figura 1.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

De los estudios realizados para el diseño hidráulico y estructural del alcantarillado pluvial de la urbanización la UNION, se obtienen los siguientes resultados consolidados:

#### **4.1. Resultados**

Los resultados obtenidos en la presente Tesis son los siguientes:

##### **4.1.1. Intensidad máxima de diseño**

Los resultados del estudio hidrológico, con la aplicación de los Métodos Gumbell y Gumbell Tipo I, se obtuvo el valor de 140.69 mm, el mismo que nos ha permitido determinar la Intensidad Máxima según el Cuadro de Distribución Porcentual de Precipitación, distribuidas en 6, 12 y 24 horas, obteniendo de esta manera el valor de 51.71 mm/hr. La cual nos permitió determinar el Caudal de agua que es necesario drenar por cada uno de los tramos del sistema.

##### **4.1.2. Áreas colectoras de lluvias**

Para la determinación de ésta áreas se utilizó el método de las bisectrices por manzanas, dichas áreas están determinadas desde los vértices de las manzanas y la mitad de la vía hasta los puntos de intersección de los ángulos proyectados por la mitad del ángulo de las esquinas hacia dentro, distribuyendo de esta manera equitativamente.

##### **4.1.3. Coeficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía "C" se determinó haciendo uso de dos métodos: El Método Racional con un valor de  $C=0.80$  que corresponde a zonas multifamiliares concentradas y 0.95 que corresponde a calles asfaltadas, y el Método Mac Math cuyos valores de C van de 0.36 a 1.06 (dependiendo de las características del terreno por el cual discurren las aguas).

##### **4.1.4. Caudales de escurrimiento**

Para el cálculo de los caudales de escurrimiento se utilizó un método: El Método Racional

#### **4.1.6. Dimensionamiento de colectores, cunetas y alcantarillas**

Para el dimensionamiento de colectores, cunetas y alcantarilla se utilizó el Método de Manning, calculando las dimensiones de las cunetas por el caudal a conducir por ellas, estas dimensiones se encuentran plasmadas en el calculo de diseño hidraulico.

##### **4.1.6.1. Longitud de colectores**

La longitud total de Colectores es de 3668.70 metros lineales, que se indican en el Cuadro.

##### **4.1.6.2. Longitud de cunetas**

La longitud total de cunetas es de 10024.43 metros lineales,.

##### **4.1.6.3. Longitud de alcantarillas**

La longitud total de Alcantarillas es de 255.02 metros lineales, que se indican en el

#### **4.1.7. Análisis de suelo**

Los suelos predominantes, según el análisis de suelo realizado en la zona de estudio (10 calicatas a una  $H = 1.50$  mts), obedece a un suelo tipo SC = Arcilla arenosa de Baja Plasticidad cuyo  $\gamma_s = 1.79$  kg/cm<sup>3</sup>,  $\Phi = 19^\circ$  y  $\sigma_t = 0.81$  kg/cm<sup>2</sup>, los cuales fueron tomado como datos para la realización de los cálculos estructurales.

#### **4.2. Análisis y Discusión.**

##### **4.2.1. El análisis y discusión de resultados de la presente tesis son los siguientes:**

Los resultados del estudio hidrológico, nos ha permitido estimar la Intensidad Máxima de lluvia en mm/hr; la misma que ha sido empleada en el cálculo del caudal de escurrimiento que se tiene que drenar por cada uno de los tramos de la red.

El planteamiento Hidráulico desarrollado en la presente Tesis, tiene como objetivo el de encausar el mayor caudal de aguas de lluvia posible, hasta entregar en los emisores respectivos.

Luego de efectuar los cálculos de diseño necesarios para cumplir con los objetivos propuestos, se optó por elegir un tipo de cuneta rectangular y revestida, con la finalidad de conseguir mayor eficiencia y protegerla de la erosión.

Los tirantes y las velocidades calculadas en los diversos tramos, están variando en función a las pendientes por lo que se puede notar tirantes no constantes, en tramos donde la pendiente es mayor, se notan menores tirantes y mayores velocidades.

El dimensionamiento hidráulico y estructural de los colectores, cunetas y alcantarillas se realizó de acuerdo a los criterios de diseño señalados de acuerdo al RNE.

Para evacuar las aguas pluviales se ha proyectado la entrega en dos lugares:

La primera, en la Av. Integración.

La segunda, en el Jr. Los claveles.

Según los resultados obtenidos de la determinación de las Áreas de acero en la cuneta abiertas de sección  $0.40 \times 0.35$ , se considera cunetas de concreto armado.

Los subcolectores y colectores  $0.80 \times 0.70$  ,  $0.75 \times 0.60$ ,  $0.90 \times 0.70$  ,  $0.50 \times 0.40$ ,  $0.90 \times 0.80$ ,  $1.00 \times 0.80$  y  $1.20 \times 1.00$  mts respectivamente, se consideran como alcantarillas (sección cerrada), debido a que conducen caudales considerables capaces de arrastrar a un niño; convirtiéndola en una estructura de alto riesgo para los moradores que habitan por las inmediaciones de los mismos.

Se usará concreto  $f'c = 175 \text{ kg/m}^2$  en cunetas abierta de menos caudal de agua de y un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$  colectores y subcolectores.

Los aceros predominantes de los resultados obtenidos en el cálculo estructural en las alcantarillas son los aceros ubicados en la cara interior (centro de losa) de la losa inferior (donde se presentan los máximos esfuerzos).

El área de estudio presenta un área total de 55.05 Ha, la cual fue determinada por el método de las bisectrices, tal como se muestra en el plano de las áreas de TP 01 .

De acuerdo a los análisis físicos y mecánicos a que fueron sometidos las muestras tomados de las calicatas realizadas en la zona de estudio, no existe material orgánico, ni arena limpia que pueden producir asentamientos por fenómeno sísmicos y/o peso de estructura, tal como se aprecia en el chequeo de presiones de la estructura sobre el terreno realizado en el diseño estructural de cunetas.

Las alturas de descargas predominantes entre cunetas, tiene como  $H_{mim}=0.20\text{mt}$ , la misma que obedece a las alturas y/o cotas determinadas de la rasante de cuneta presentado en los

planos de perfiles longitudinales, garantizando de esta manera la caída libre de aguas, la cual evita el choque de caudales.

Del levantamiento planimétrico y altimétrico realizado en el área de estudio se colocaron HITOS referenciales, en zonas fijas, debidamente enumeradas, tal como se presenta en el plano de ubicación de Hitos.

El acero predominante en las alcantarillas, colectores y cunetas diseñadas es de  $\Phi$  1/2", la misma que obedece a la memoria de cálculo realizada en dichas estructuras

Los tirantes de aguas presentados en todas las cunetas del sistema son menores a la altura "H" de paredes de las cunetas receptoras, garantizando de ésta manera la caída libre de agua.

#### **4.2.2. Selección de alternativa**

El diseño hidráulico y estructural del drenaje Pluvial urbano en el Centro Poblado Menor Nuevo San Juan es una alternativa de solución para mejorar la calidad de vida de la población. Y, después de realizar el planteamiento y diseño Hidráulico y estructural del sistema de drenaje pluvial, por el cual se evacua el caudal producto de las precipitaciones pluviales, se ha optado por el diseño seleccionado y presentado en los planos considerando la evacuación del caudal hacia los ríos cercanos.

#### **5.1.3. Contrastación de hipótesis**

Se ha contrastado la hipótesis del estudio determinando que el diseño hidráulico y estructural del drenaje Pluvial urbano en la Urbanización Popular La Unión, servirá como alternativa de solución para mejorar la calidad de vida de la población que habita el área de influencia. Además de contrastar también que el planteamiento y diseño. Hidráulico y estructural del sistema de drenaje pluvial, es la mejor alternativa para optar un diseño técnico.

## CONCLUSIONES

Se concluye que:

El área en la cual se ha proyectado las obras de drenaje se encuentra ubicada en el LA URBANIZACIÓN POPULAR LA UNIÓN, DISTRITO DE SORITOR, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – REGIÓN SAN MARTIN

El diseño hidráulico estructural del sistema de drenaje pluvial de LA URBANIZACIÓN POPULAR LA UNIÓN, DISTRITO DE SORITOR, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – REGIÓN SAN MARTIN servirá como parte fundamental de un futuro expediente técnico en favor a su drenaje, asegurando de ésta manera la Salubridad y seguridad pública

Para el diseño de los Drenes, tanto principales como secundarios, se ha tomado el coeficiente del valor de rugosidad como  $n = 0.016$  (para cunetas revestidas), pudiendo decir que este valor resulta bastante conservado para dar mayor eficiencia y seguridad al momento de realizar los cálculos.

La topografía del lugar ha sido un factor importante para el dimensionamiento hidráulico y el diseño estructural de las obras proyectadas.

## RECOMENDACIONES

Recomendamos el uso de esta tesis en calidad de guía para la elaboración de expedientes y otras similares.

Independizar la evacuación de las aguas residuales y aguas pluviales, ya que el diseño hidráulico obedece únicamente al volumen o caudal discurrido por el área de estudio, proveniente de las precipitaciones pluviales.

Para la ejecución del proyecto se recomienda realizar antes el proyecto de sistema de desagüe y que los trabajos de drenaje pluviales se ejecuten paralelamente con la conformación de pistas y veredas.

La entrega de las aguas provenientes del interior de las viviendas originadas por las precipitaciones pluviales debe ser conducida e instalada a las cunetas proyectadas a través de tuberías PVC - SAP, dentro del espacio destinado al borde libre.

Se recomienda a las autoridades locales desarrollar charlas de capacitación a cerca del Mantenimiento de las Cunetas y Alcantarillas para evitar el arrojo de desperdicios, que originan la obstrucción de las cunetas.

Al revestir la cuneta con concreto, se deberá tener cuidado en el acabado de tal manera que se pueda garantizar el valor de  $n = 0.016$  y así darle mayor protección a la caja hidráulica, evitando posibles erosiones.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltrán Juárez José Rafael (2010)** tesis en investigación sobre “propuesta de mejoramiento del drenaje pluvial de la planta de tratamiento de aguas residuales”,
- Guillén, Nohelia.** (2013), tesis Titulada, “Formulación de Propuestas para la adecuación de Pavimento y sistema de recolección de aguas de lluvia en el área de estacionamiento de la empresa Resimon.
- Cabrera Ripiele, Ricardo A.** (1989) Apuntes de Ingeniería Sanitaria, universidad de San Carlos de Guatemala.
- Castro Fresno, Daniel,** Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS). Presentación del proyecto de investigación “Desarrollo de nuevas estructuras de firmes filtrantes biodegradantes de hidrocarburos.
- CARPIO HENRY ANTONIO** (2011) tesis sobre propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del casco urbano y colonia.
- DE LEÓN ACOSTA ERIK BRAULIO** (2009), tesis en investigación sobre “proyecto para la rehabilitación del drenaje pluvial en motozintla Chiapas, Mexico-2009.
- GÁLVEZ ALVAREZ HUGO ALEJANDRO (2004),** tesis en investigación sobre “planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera municipal de pasaco, Jutiapa”, Mexico-2004.
- Gustavo Adolfo (1990)** “tesis sobre Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea Rincón Chiquito, Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala .1990.
- Heras, Rafael,** (2001), Manual de Hidrología de las crecidas Tomo IV.
- Krochin Sviatoslav.** "Diseño Hidráulico", (1978), Ed. MIR, Moscú-Rusia,
- MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO** (2007), México

**NORMA TÉCNICA O.S. 060 DRENAJE PLUVIAL URBANO** (2006), Pág. 36, Lima-Perú.

Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Agua Potable, Agua Tratada, Drenaje Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbana, Queretano-2011.

**Pizarro Baldera, José del C.** capitulo III: diseño hidráulico de canales,(2013), Morales. San Martin.

**Pizarro Baldera,** Guía de cálculo del uso consuntivo, demanda de agua de riego y cálculo del caudal de diseño, (2013), Morales-San Martin.

**Sparrow Álamo, Edgar** “Hidráulica Básica de Canales”, (2008), Universidad Nacional de Santa, Primera Edición, Ancash-Perú.

**Villón Béjar Máximo,** “Hidráulica de Canales”, primera edición, Arequipa – Perú.

**Ven The Chow,** Hidráulica de Canales Abiertos, (1982), Primera Edición México.

**Valle Álvarez,** (2004) “Nuevos enfoques y soluciones para la gestión sostenible del agua en las infraestructuras urbanas y viales.

**Rodríguez. J** (2008) “sistemas urbanos de drenaje sostenible para el plan de ordenamiento zonal norte pozn”, Universidad de Cantabria.

**Wilfredo Carranza Guzmán** (1995) Tesis Estudio del actual problema del sistema de drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Cojutepeque-El Salvador.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 1: Ensayos en Laboratorio de suelos**

**Anexo N° 2: Estudio hidrologico e hidraulico**

**Anexo N° 3: Calculo estructural**

**Anexo N° 4: Planos**